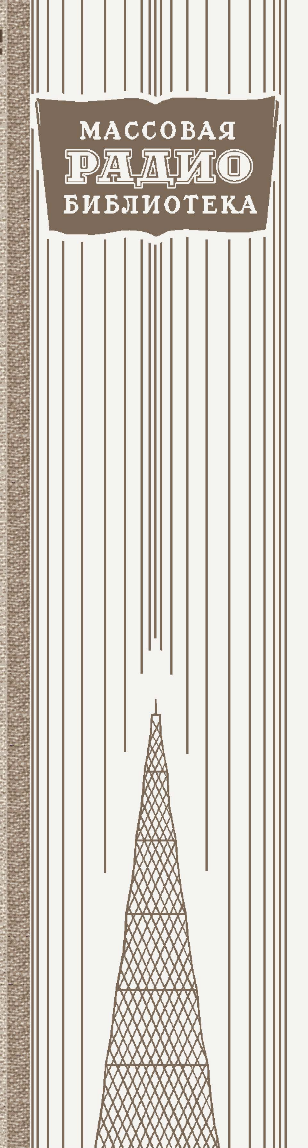


В. Н. ДОГАДИН и Р. М. МАЛИНИН

КНИГА СЕЛЬСКОГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ



КНИГА СЕЛЬСКОГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ



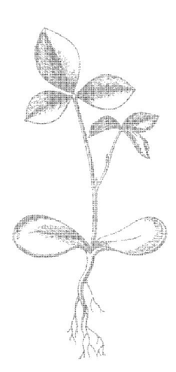
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ
1955

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 227

В. Н. ДОГАДИН и Р. М. МАЛИНИН

КНИГА СЕЛЬСКОГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1955 ЛЕНИНГРАД

„Книга сельского радиолюбителя“ знакомит читателя с принципами радиопередачи и радиоприема, с распространенными на селе радиоприемниками и радиостанциями, с устройством деталей радиоаппаратуры и источниками питания. В ней даются указания по установке и обращению с детекторными и ламповыми радиоприемниками, а также по устройству приемных антенн и борьбе с помехами радиоприему. Кроме того, в книге описывается оборудование сельских радиотрансляционных узлов, их воздушных и подземных линий и абонентских радиоточек.

Изложение ведется в расчете на читателя, имеющего знания по физике и математике в объеме курса семилетней школы.

Книга может быть использована в технических училищах трудовых резервов для подготовки радиотехников МТС и электромехаников сельской электрификации и радиофикации.

Авторы:
Догадин Вианор Николаевич,
Малинин Роман Михайлович
Книга сельского радиолюбителя

* * *

Редактор *А. Х. Якобсон* Технич. редактор *А. М. Фридкин*

Сдано в набор 21/III 1955 г. Подписано к печати 1/VII 1955 г.
Бумага 84×108 1/32 18,45 п. л. Уч.-изд. л. 21,2
Т-05245. Тираж 25 000 экз. Цена 9 р.50 к. Заказ № 182

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Под руководством Коммунистической партии при непосредственном участии комсомола, профсоюзных и других культурно-просветительных и общественных организаций во многих областях и краях СССР проведены огромные работы по радиофикации села. К настоящему времени радиофицированы тысячи колхозов, совхозов и МТС.

Значительную помощь делу радиофикации села оказывают радиолюбители. В результате их деятельности десятки тысяч колхозников получили возможность слушать радиопередачи из Москвы и других культурных центров СССР.

Коммунистическая партия и Советское правительство поставили задачу обеспечить в течение ближайших лет завершение радиофикации всех колхозов, машинно-тракторных станций и других населенных пунктов в сельской местности. Особое внимание уделяется радиофикации новых совхозов, созданных для освоения целинных и залежных земель. Во всех этих совхозах должны быть построены радиотрансляционные узлы; все тракторные колонны и полеводческие бригады должны получить радиоприемники.

Решению поставленной партией и правительством задачи — коренным образом улучшить руководство сельскохозяйственным производством — помогает организованная связь центральных усадьб машинно-тракторных станций с полевыми бригадами. Десятки тысяч радиостанций уже работают на полях нашей Родины. Количество их с каждым годом увеличивается. Большую роль должна сыграть радиосвязь на освоении новых целинных и залежных земель.

Чтобы новые сотни и миллионы радиоприемников и радиоточек, сотни и тысячи радиотрансляционных узлов и радиостанций, которые получат в эти и последующие годы наши колхозы, совхозы и МТС, были технически грамотно

установлены, правильно эксплуатировались, бесперебойно работали и обеспечивали слушателям высококачественное звучание радиопрограмм, недостаточно только роста кадров радиоспециалистов. Указанные задачи могут быть успешно выполнены лишь при условии увеличения радиотехнической грамотности самых широких слоев сельского населения.

Многие комсомольцы, работающие над освоением новых земель, многие колхозники и работники совхозов всех возрастов хотят знать, какими техническими средствами доносится голос столицы нашей Родины — Москвы до самых отдаленных сельских мест, иметь понятие об устройстве и работе радиоприемников, сельских радиоузлов и радиостанций, связывающих центральную усадьбу МТС с полевыми бригадами, уметь правильно пользоваться радиоприемниками и радиотрансляционными точками, знать, что нужно делать, чтобы устранять при необходимости неисправности в сельском радиотехническом оборудовании.

В связи с этим необходимы широкая популяризация радиотехнических знаний среди работников сельского хозяйства, дальнейшее развитие радиолюбительства на селе.

В этой книге, являющейся переработанным и дополненным изданием «Книги сельского радиофикатора», выпущенной Госэнергоиздатом в 1951 г., в доступной для радиолюбителя форме излагаются элементарные основы радиотехники применительно к условиям сельской радиофикации. Книга знакомит сельского радиолюбителя с наиболее распространенными на селе типами радиоприемников, источниками питания радиоустройств, устройством радиоузлов и радиотрансляционных сетей, радиостанциями типа «Урожай». Кроме того, в ней описывается установка радиоприемников и антенн, а также приведены правила пользования радиоустановками.

Книга рассчитана на читателя, имеющего общеобразовательную подготовку по физике и математике в объеме 7 классов средней школы.

Первые шесть и последняя главы написаны Р. М. Малининым, раздел «Неисправности радиоприемников» гл. 6 и остальные главы — В. Н. Догадиным; введение написано совместно.

Отзывы и замечания по этой книге просим направлять по адресу: Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., д. 10, Государственное энергетическое издательство.

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Развитие радио в нашей стране

7 мая 1895 г. великий русский ученый Александр Степанович Попов на заседании Физико-химического общества в Петербурге продемонстрировал изобретенную им аппаратуру, при помощи которой осуществлялись передача и прием сигналов на расстоянии без проводов. Этим изобретением А. С. Попов положил начало развитию новой отрасли науки и техники — радио.

Десять лет, которые А. С. Попов прожил после изобретения радио, он посвятил развитию отечественной радиотехники, внедрению и усовершенствованию созданных им радиостанций.

Его ученики и последователи М. В. Шулейкин, В. П. Вологдин, А. А. Петровский и другие русские радиоспециалисты вооружили русский флот радиотелеграфными станциями, построили радиотелеграфные станции в Москве, под Петербургом, а затем и в других городах. Все эти работы в России вплоть до Великой Октябрьской социалистической революции приходилось вести в условиях сопротивления со стороны царских чиновников, преклонявшихся перед всем иностранным.

С первых же дней Октябрьской социалистической революции Советское правительство стало широко использовать радиостанции для передачи своих распоряжений и сообщений.

Используя существующие радиостанции как средство организации и укрепления Советской власти, как средство пропаганды, средство борьбы за мир, наша партия и Советское правительство принимали конкретные меры к развитию радиотелеграфной и радиотелефонной связи.

В 1922 г. в Москве была построена самая крупная по тому времени в мире радиотелефонная станция имени Ком-

интерна мощностью 12 *квт* и был передан через нее первый большой радиоконцерт.

Успехи советской радиопромышленности создали базу для того, чтобы достижения радиотехники сделались достоянием широких народных масс.

28 июня 1924 г. Совет Народных Комиссаров Союза ССР издал постановление, разрешающее установку радиоприемников всем гражданам и организациям. Вскоре после этого отечественная радиопромышленность начала выпуск детекторных радиоприемников, рассчитанных на прием московской радиостанции имени Коминтерна, а затем ламповых радиоприемников и громкоговорителей.

Во второй половине 1924 г. начал издаваться массовый журнал «Радиолюбитель». В первых его номерах были напечатаны описания простых самодельных детекторных радиоприемников, а затем и самодельных ламповых радиоприемников и громкоговорителей. Множество радиолюбителей в городе и на селе принялось за самостоятельное изготовление радиоприемников. Радиоприемники начали быстро внедряться в быт колхозного села.

В 1924—1925 гг. в Москве был построен первый радиотрансляционный узел, который вначале передавал радиопрограммы по проводам в рабочие клубы и на площади Москвы. В 1926 г. от радиоузлов начали радиофицироваться и жилые дома.

Вслед за Москвой стала развиваться проводная радиофикация и в других городах, а также в сельских местностях.

Росла и сеть радиовещательных станций, увеличивалась их мощность.

В 1933 г. под Москвой начала работать мощная 500-киловаттная радиовещательная станция имени Коминтерна. Следует отметить, что станция такой же мощности была построена в США лишь через год.

К началу Великой Отечественной войны в Советском Союзе работало уже свыше 100 радиовещательных станций, а в Москве и Ленинграде действовали телевизионные центры — радиостанции, передающие не только звуковые программы, но и движущиеся изображения. Был начат выпуск телевизоров, при помощи которых можно одновременно и смотреть передаваемые изображения и слушать их звуковое сопровождение.

В 1940 г. отечественная радиопромышленность выпустила около 200 тыс. радиоприемников, а всего в Советском

Союзе к этому времени насчитывалось около миллиона радиоприемников и около 6 млн. радиотрансляционных точек (громкоговорителей).

В годы Великой Отечественной войны в СССР была построена новая сверхмощная радиовещательная станция.

Еще не окончилась война, а наша отечественная промышленность готовилась к выпуску приемников, громкоговорителей и другой радиовещательной аппаратуры новых типов. Сразу по окончании войны началось массовое производство этой радиоаппаратуры. В результате к середине 1954 г. в Советском Союзе работало около 14 млн. радиотрансляционных точек и миллионы радиоприемников. Число радиотрансляционных узлов к этому времени возросло в 2,5 раза по сравнению с 1940 г.

После войны были восстановлены и построены новые радиовещательные станции и телевизионные центры. В настоящее время строятся еще новые радиостанции и телевизионные центры, многие из которых входят в строй в ближайшее время.

Особенно большое внимание уделяется в послевоенные годы радиофикации сельских местностей.

Миллионы советских граждан, живущих по всей территории нашей необъятной Родины, вплоть до самых отдаленных ее уголков, слушают радиопередачи из Москвы и других культурных центров.

Советское радиовещание сделалось важнейшим средством коммунистического воспитания народа, повышения его культуры и знаний. Оно служит также средством культурного отдыха и украшает быт советских людей, вносит огромный вклад в дело борьбы за мир во всем мире.

Кроме того, трудящиеся Москвы, Ленинграда, Киева, Харькова и ближайших к этим городам районов получили возможность смотреть телевизионные передачи. Только в районах Московской обл. к середине 1954 г. имелось около 60 тыс. телевизоров. Передачи Московского телевизионного центра принимаются в колхозах не только Московской, но и ряда ближайших областей. Передачи Киевского телецентра успешно принимаются во многих колхозах Житомирской, Черниговской и некоторых других областей Украины.

В исполнение директив XIX съезда КПСС по пятому пятилетнему плану развития СССР увеличена мощность радиовещательных станций, развертываются работы по

внедрению радиовещания на ультракоротких волнах, получило дальнейшее развитие телевидение, увеличен выпуск радиоприемников и телевизоров.

Состоявшийся в сентябре 1953 г. пленум ЦК КПСС в своем постановлении «О мерах дальнейшего развития сельского хозяйства СССР» указал на необходимость усиления радиофикации сел и улучшения качества радиовещания.

Совет Министров СССР и Центральный комитет КПСС в своих постановлениях «О расширении производства промышленных товаров широкого потребления и улучшении их качества» и «О мерах дальнейшего развития советской торговли» указали на необходимость значительно увеличить продажу населению радиоприемников и телевизоров.

Выполнение этих постановлений создает базу для дальнейшего быстрого развития радиофикации и радиовещания в Советском Союзе.

Как осуществляются передача и прием радиовещания

Вещательные передачи по радио обычно ведутся из специально оборудованных помещений — радиостудий. В них устанавливаются микрофоны, которые преобразуют в электрический переменный ток звуки речи, пения, музыки и т. п. Эти электрические токи передаются по проводам в аппаратную радиовещательного узла, где они усиливаются и по проводам же передаются на радиовещательную станцию. Антенна радиовещательной станции излучает в пространство электромагнитную энергию — радиоволны, которые и осуществляют перенос на большие расстояния звуков, воспроизведенных в радиостудии. Проходящие в месте установки приемника радиоволны улавливаются приемной антенной. От действия радиоволн в антенне возникают электрические переменные токи. Последние поступают в радиоприемник, а от него — на телефон или громкоговоритель, который преобразует их в звуки.

При передачах из театров, концертных залов, с площадей, со стадионов микрофоны выносятся в места, откуда производится трансляция, и соединяются проводами с аппаратной радиовещательного узла. Дальше передача осуществляется так же, как и в первом случае.

В некоторых случаях программа предварительно записывается при помощи магнитофона на ленту (или

граммофонные пластинки), а затем с него передается по радио.

Для передачи вещания по проводам место, откуда ведется передача, соединяется проводами — радиотрансляционными линиями — с местами, где слушают передачу.

В Советском Союзе широкое применение получил комбинированный способ вещания — по радио и по проводам. Например, ламповый радиоприемник, соединенный проводами с несколькими громкоговорителями (радиоточками), расположенными в соседних домах, дает комбинированный способ вещания: передача от радиовещательной станции до приемника происходит по радио, а от приемника к удаленным от него громкоговорителям — по проводам. Такой приемник с подключенными к нему громкоговорителями является простейшим радиотрансляционным узлом.

Так как приемник обладает относительно небольшой мощностью, то от него можно обеспечить нормальную работу лишь небольшого числа громкоговорителей. Поэтому для радиофикации даже небольшого поселка надо увеличить мощность, которую отдает приемник. Для этого к приемнику добавляют усилитель. От приемника с мощным усилителем можно радиофицировать территорию целого района с несколькими тысячами и даже десятками тысяч радиоточек.

Радиотрансляционные узлы позволяют не только передавать абонентам, т. е. владельцам радиоточек, радиопередачи, принятые приемником, но и производить местные передачи по проводам. Для этого на узле вместо радиоприемника подключают к усилительной аппаратуре микрофон. Он преобразует речь, пение или музыку в электрические переменные токи, которые после усиления передаются по радиотрансляционным линиям к абонентским радиоточкам, где они преобразуются в звук.

Местные передачи осуществляют не только через микрофон, но и путем воспроизведения звукозаписи, для чего на узле используют граммофонное устройство или магнитофон.

Все оборудование радиотрансляционного узла, служащее как для приема радиовещания и передачи его в радиотрансляционные линии, так и для передачи местного вещания, составляет станционное оборудование. Помещение, в котором установлено это оборудование, назы-

вается *станцией узла*. Все расходящиеся от станции узла трансляционные линии образуют *радиотрансляционную сеть*.

Когда затраты на оборудование и содержание радиоузла и радиоточек выше, чем стоимость такого же количества радиоприемников и их эксплуатации, радиоузлы обычно не строят, и для слушания радиопередач приходится приобретать приемники.

В неэлектрифицированных местностях могут быть использованы только радиоприемники с питанием от батарей или детекторные приемники. Последние не требуют электропитания и доступны для изготовления даже начинающему радиолюбителю. Однако детекторный радиоприемник не позволяет осуществлять громкоговорящий прием (слушатели должны пользоваться головными телефонами) и может удовлетворительно работать только на сравнительно небольшом расстоянии от радиовещательной станции.

Ламповые радиоприемники получили большое распространение, так как они обладают большей дальностью действия и обеспечивают громкоговорящий прием. Однако в неэлектрифицированных сельских местностях для регулярной работы ламповых радиоприемников приходится иметь свои источники электропитания.

Наиболее распространенными источниками питания радиоприемников в неэлектрифицированных сельских местностях пока являются гальванические батареи. Но они еще довольно дороги и требуют за собой постоянного наблюдения, а после того, как они отдадут всю содержащуюся в них энергию, их необходимо заменять новыми. В ближайшее время можно ожидать расширения выпуска термогенераторов для питания радиоприемников.

Значительно удобнее радиоприемники с питанием от электросетей. Стоимость их эксплуатации значительно меньше, чем стоимость эксплуатации приемников со своими источниками электропитания. Но такими приемниками можно пользоваться только в электрифицированных местностях. Поэтому электрификация колхозов значительно облегчает проведение их радиофикации.

Радио в сельскохозяйственном производстве

Наряду с большим распространением радиовещательных приемников и радиотрансляционных узлов широкое развитие на колхозном селе получила радиосвязь между

центральными усадьбами машинно-тракторных станций и работающими на полях бригадами МТС. Для радиосвязи этого назначения наша отечественная промышленность выпускает радиотелефонные приемо-передающие радиостанции типа «Урожай». Десятки тысяч таких радиостанций уже обслуживают сельское хозяйство. Количество их с каждым годом увеличивается.

При помощи радиостанций «Урожай» машинно-тракторные станции организуют оперативную связь с полевыми бригадами и диспетчерскую службу. Руководители МТС получают по радио информацию о работе бригад, оперативно руководят их работой. В случае необходимости руководящие работники и специалисты МТС могут своевременно дать по радио указания, оказать техническую помощь, предупредить простои тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин.

Бригадиры работающих на поле тракторных бригад, участковые агрономы, а также председатели и члены правлений колхозов могут в любой момент связаться по радиотелефону с МТС и разрешить возникшие у них вопросы.

Все это помогает работе на полях, способствует лучшему использованию сельскохозяйственных машин, сокращает их простои, повышает производительность машинно-тракторного парка, обеспечивает своевременное и доброкачественное выполнение работ МТС по договорам с колхозами.

В горных областях Советского Союза связь при помощи радиостанций «Урожай» оказывает большую помощь в периоды массового перегона скота.

Радиотехническая аппаратура применяется не только для передачи и приема радиовещания и для связи. Электрические переменные токи высокой частоты, на применении которых основана работа радиостанций и радиоприемников, имеют широкие перспективы использования в сельском хозяйстве.

При помощи специальных установок, в которых применяются токи высокой частоты, производят сушку зерна, хлопка, чая, овощей, плодов, шерсти и других сельскохозяйственных продуктов. Качество продуктов, высушенных в высокочастотных установках, получается лучшим, чем после сушки их обычными способами.

Существуют высокочастотные установки для уничтожения паразитов в злаках, действующие на радиотехниче-

ских принципах, приборы для определения влажности зерна и ряд других радиоприборов, которые могут сыграть большую роль в сельском хозяйстве.

Во многих сельских поликлиниках применяются радиотехнические приборы для определения и лечения различных болезней. К ним относятся: приборы для изучения работы сердца, для определения насыщенности артериальной крови кислородом, заболеваний мозга, лечения воспалительных процессов путем прогрева организма больного токами высокой частоты и др.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

МИКРОФОНЫ, ТЕЛЕФОНЫ И ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

КАК И ПОЧЕМУ МЫ СЛЫШИМ ЗВУКИ

Прежде чем перейти к ознакомлению с устройством радиоприемников, усилителей и других приборов, применяемых при радиовещании и радиосвязи, необходимо уяснить, что такое звук, как он возникает и распространяется, как устроены и работают микрофоны, познакомиться с устройством и работой громкоговорителей.

Звуковые колебания и волны. Если ударить по струне какого-либо музыкального инструмента (например, гитары, балалайки), то она начнет колебаться, т. е. совершать движения то в одну, то в другую сторону от своего начального положения (положения покоя). Такие механические колебания, вызывающие ощущение звука, называются *звуковыми*.

Наибольшее расстояние, на которое струна отклоняется в процессе колебаний от своего положения покоя, носит название *амплитуды колебаний*.

Передача звука от колеблющейся струны до нашего уха происходит следующим образом. В то время, когда средняя часть струны перемещается в сторону, где мы находимся, она «теснит» находящиеся около нее с этой стороны частицы воздуха и этим создает «сгущение» этих частиц, т. е. около струны возникает область *повышенного* воздушного давления. Это увеличенное в некотором объеме воздуха давление передается соседним его слоям; в результате область «сгущенного» воздуха распространяется в окружающем пространстве. В следующий момент времени, когда средняя часть струны перемещается в обратную сторону, около нее возникает некоторое «разрежение» воздуха (область пониженного давления), которое распространяется вслед за областью «сгущенного» воздуха.

За «разрежением» воздуха следует опять «сгущение» (так как средняя часть струны опять будет двигаться в нашу сторону) и т. д. Таким образом, при каждом колебании (движении вперед и назад) струны в воздухе возникнут область повышенного давления и область пониженного давления, которые удаляются от струны.

Подобным же образом звуковые волны создаются при работе громкоговорителя.

Звуковые волны несут в себе энергию, полученную от колеблющейся струны или диффузора (бумажного конуса) громкоговорителя, и распространяются в воздухе со скоростью около 340 *м/сек*. Когда звуковые волны достигают уха, они приводят в колебание его барабанную перепонку. В тот момент, когда уха достигает область «сгущения» звуковой волны, барабанная перепонка несколько прогибается внутрь. Когда же до нее доходит область «разрежения» звуковой волны, барабанная перепонка выгибается несколько наружу. Так как сгущения и разрежения в звуковых волнах следуют все время друг за другом, то и барабанная перепонка то прогибается внутрь, то выгибается наружу, т. е. совершает колебания. Эти колебания передаются через сложную систему среднего и внутреннего уха по слуховому нерву в мозг, и в результате мы ощущаем звук.

Чем больше амплитуда колебаний струны и ближе к ней находится ухо, тем более громким воспринимается звук.

Динамический диапазон. При очень больших давлениях на барабанную перепонку, т. е. при очень громких звуках (например, при пушечном выстреле), ощущается боль в ушах. На средних звуковых частотах (см. ниже) болевое ощущение возникает, когда звуковое давление достигает величины примерно 1 *г/см*^{2}, или 1 000 *бар* *. Увеличение ощущения громкости при дальнейшем усилении звукового давления уже не чувствуется.

Очень слабое звуковое давление на барабанную перепонку не вызывает ощущения звука. Наименьшее звуковое давление, при котором наше ухо начинает слышать, называется порогом чувствительности уха. На средних частотах

---

* Бар — единица, применяемая для измерения величины звукового давления.

(см. ниже) порог чувствительности уха составляет примерно 0,0002 бара.

Таким образом, область нормального ощущения звука лежит между двумя границами: нижней — порогом чувствительности и верхней, при которой возникает болевое ощущение в ушах. Эта область носит название динамического диапазона слуха.

Отметим, что увеличение звукового давления не дает пропорционального увеличения громкости звука. Ощущение громкости возрастает гораздо медленнее, чем звуковое давление.

Децибелы. В пределах динамического диапазона ухо может почувствовать увеличение или уменьшение громкости простого однотонного звука (при слушании его в полной тишине), если звуковое давление на средних частотах соответственно увеличивается или уменьшается примерно на 12%, т. е. в 1,12 раза. Исходя из этого, весь динамический диапазон слуха разбит на 120 уровней громкости, подобно тому, как шкала термометра между точками таяния льда и кипения воды разделена на 100 градусов. Уровни громкости по этой шкале измеряются в особых единицах — децибелах (сокращенно пишут *дб*).

В любой части этой шкалы изменение уровня громкости на 1 *дб* соответствует изменению звукового давления в 1,12 раза. Нуль децибел («нулевой» уровень громкости) соответствует порогу чувствительности уха, т. е. звуковому давлению 0,0002 бара. При уровне свыше 120 *дб* возникает болевое ощущение в ушах.

Для примера укажем, что при тихом разговоре на расстоянии 1 *м* от говорящего получается уровень громкости около 40—50 *дб*, что соответствует эффективному звуковому давлению 0,02—0,06 бара; наибольший уровень громкости звучания симфонического оркестра составляет 90—95 *дб* (звуковое давление 7—12 бар).

При пользовании радиоприемниками радиослушатели, применяясь к размерам своих комнат, звучание громкоговорителя регулируют так, что при самых громких звуках на расстоянии 1 *м* от громкоговорителя получается уровень громкости 75—85 *дб* (соответственно звуковые давления примерно 1—3,5 бара). В условиях сельских местностей вполне достаточно иметь максимальный уровень громкости звучания радиопередачи не свыше 80 *дб* (звуковое давление 2 бара).

Шкалой децибел в радиотехнике широко пользуются также для сравнения уровней громкости. Чтобы узнать, во сколько раз одно звуковое давление больше другого, когда известна разница между соответствующими им уровнями громкости в децибелах, нужно число 1,12 умножить само на себя столько раз, сколько мы имеем децибел. Так, изменение уровня громкости на 2 *дб* соответствует изменению звукового давления в 1,12 · 1,12, т. е. примерно в 1,25 раза; изменение уровня на 3 *дб* имеет место при изменении звукового давления в 1,12 · 1,12 · 1,12, т. е. приблизительно в 1,4 раза. Подобным же образом можно определить, что 6 *дб* соответствуют изменению звукового давления примерно в 2 раза, 10 *дб* — приблизительно в 3 раза, 20 *дб* — в 10 раз, 40 *дб* — в 100 раз и т. д.

Период и частота колебаний. Звуковые колебания характеризуются не только амплитудой, но также периодом и частотой. Периодом колебания называется время, в течение которого струна (или любое другое тело, создающее звук, например диффузор громкоговорителя) перемещается из одного крайнего положения в другое и обратно, т. е. совершает одно полное колебание.

Частотой звуковых колебаний называется число колебаний звучащего тела, совершаемых в течение 1 сек. Она измеряется в герцах (сокращенно пишут *гц*).

Если например, за 1 сек. происходит 440 периодов колебаний струны (эта частота соответствует музыкальной ноте ля), то говорят, что она колеблется с частотой 440 *гц*. Частота и период колебаний являются величинами, обратными друг другу, например при частоте колебаний 440 *гц* период колебаний равен 1/440 сек.; если период колебания равен 1/1 000 сек., то частота этих колебаний 1 000 *гц*.

Полоса звуковых частот. От частоты колебаний зависит высота звука или тона. Чем больше частота колебаний, тем выше звук (тон), а чем меньше частота колебаний, тем он ниже. Самый низкий звук, который может услышать человек, имеет частоту около 20 *гц*, а самый высокий — около 16 000—20 000 *гц*. В этих пределах или, как говорят, в этой полосе частот находятся создаваемые человеческими голосами и музыкальными инструментами звуковые колебания.

Заметим, что речь и музыка, а также разного рода шумы представляют собой звуковые колебания с очень сложной комбинацией различных частот (тонов различной высо-

ты), непрерывно изменяющейся в процессе разговора или музыкального исполнения.

Гармоники. Звук, воспринимаемый ухом как тон одной определенной высоты (например, звук струны музыкального инструмента, свисток паровоза), на самом деле состоит из многих разных тонов, частоты которых относятся друг к другу как целые числа (один к двум, один к трем и т. д.). Так, например, тон с частотой 440 *гц* (нота ля) одновременно сопровождается дополнительными тонами с частотами 440 · 2 = 880 *гц*, 440 · 3 = 1 320 *гц* и т. д. Эти дополнительные частоты называются г а р м о н и к а м и (или обертонами). Число показывающее, во сколько раз частота данной гармоники больше основной частоты называется номером гармоники. Например, для основной частоты 440 *гц* частота 880 *гц* будет второй гармоникой, частота 1 320 *гц* — третьей и т. д. Гармоники всегда звучат слабее основного тона.

Наличием гармоник и соотношением амплитуд различных гармоник обусловливается тембр звука, т. е. его «окраска», отличающая данный звук от другого звука с той же основной частотой. Так, если наиболее сильной будет третья гармоника, звук приобретает один тембр. Если же наиболее сильной будет какая-либо другая гармоника, звук будет иметь другой тембр. Изменение силы звучания различных гармоник приводит к изменению или искажению тембра звука.

ОБ ИСКАЖЕНИЯХ ПРИ РАДИОПЕРЕДАЧЕ

Если мы слушаем исполнение артистов в клубе, театре или концертном зале, мы не может пожаловаться на то, что речь или музыка звучат неестественно. Однако при слушании радиопередачи часто замечается некоторая неестественность звучания, т. е. воспроизводимый звук несколько искажается.

С первого взгляда может показаться, что для осуществления естественного, неискаженного звучания радиопередачи громкоговоритель должен одинаково хорошо воспроизводить все частоты, которые способен слышать человек, т. е. от 20 до 16 000—20 000 *гц*. Если, например, бас и сопрано поют вместе одинаково громко, то и в громкоговорителе оба голоса также должны звучать одинаково громко. В любой момент времени и другие звуки различной высоты, но оди-

наковой громкости должны звучать одинаково громко и в громкоговорителе; если же один передаваемый по радио звук громче другого, то и в громкоговорителе их относительная громкость должна сохраняться.

Частотные искажения. Однако радиослушатель не всегда замечает, что передаваемые по радио колебания некоторых частот громкоговоритель воспроизводит слабее, чем они должны звучать на самом деле, и даже если некоторые частоты вообще не воспроизводит. Проведенные исследования показали, что человек почти не замечает искажений передачи, если до его уха довести не всю указанную выше полосу частот, а только часть ее. Практически радиослушатель воспринимает передачу как неискаженную, если громкоговоритель воспроизводит частоты от 50—70 до 6 500—7 000 *гц*. В расчете на воспроизведение примерно такой полосы звуковых частот и строятся радиоприемники первого класса. Радиоприемники второго класса воспроизводят частоты от 80—100 до 4 000—5 000 *гц*, обеспечивая также достаточно хорошее, естественное звучание. Удовлетворительно воспроизводят радиопередачи и радиоприемники третьего класса, полоса которых составляет примерно 150—3 500 *гц*. Не очень взыскательного радиослушателя удовлетворяет и звучание радиоприемника четвертого класса, хотя он воспроизводит полосу частот 200—3 000 *гц*.

Выше отмечалось, что при слушании в тишине простого (однотонного) звука средней частоты[1] изменение величины звукового давления может быть заметно на слух, когда она увеличивается или уменьшается примерно на 12%. Однако при слушании сложных звуков (музыки, речи) ухо не отмечает значительно бо́льших изменений звукового давления, особенно если они имеют место на самых низких и самых высоких частотах, входящих в эти сложные звуки. Практически звучание воспринимается ухом как неискаженное, если звуковые давления на нижних и верхних частотах будут даже в 4—5 раз (на 12—14 *дб*) меньше, чем на средних частотах (когда в натуральном звуке на всех этих частотах звуковые давления одинаковы).

Учитывая указанное свойство человеческого слуха, при конструировании и производстве радиоприемников, громко-

---

[1] Звуковые частоты принято разделять на три подгруппы: нижние, средние и верхние. К средним относят частоты примерно от 200—300 до 2 000—3 000 *гц*, к нижним — более низкие, а к верхним — более высокие, чем указанные средние.

говорителей и другой радиоаппаратуры не добиваются совершенно одинакового звучания всех передаваемых частот, допуская некоторую неравномерность воспроизведения различных частот. Практически в некоторых радиоприемниках и громкоговорителях для трансляционных сетей допускают значительное ослабление верхних и нижних частот по сравнению со средними (до 8 раз). Это несколько ухудшает качество звучания, но зато позволяет упростить и удешевить аппаратуру.

Когда радиоаппаратура доводит до слушателей не все частоты, присущие естественным звукам, и если разные звуковые частоты воспроизводятся с различной громкостью (в то время как в радиостудии или другом месте, откуда ведется радиопередача, они звучат одинаково), то говорят, что эта аппаратура вносит *частотные искажения*. Если эти искажения практически незаметны или мало заметны, то их называют допустимыми частотными искажениями.

Нелинейные искажения. Кроме частотных, радиоаппаратура вносит еще *нелинейные искажения*. Эти искажения заключаются в том, что громкоговоритель воспроизводит во время передачи дополнительные звуки с такими частотами, которых нет в естественном звуке (дополнительные гармоники и др.).

Построить такую радиоаппаратуру, которая совсем не создавала бы дополнительных звуковых частот, невозможно. Но ее можно сконструировать так, чтобы амплитуды возникающих дополнительных частот были достаточно малы и практически не воспринимались ухом. В таком случае нелинейные искажения будут почти незаметны.

Но при неправильной эксплуатации или неисправности даже очень хорошей аппаратуры амплитуды дополнительных частот могут настолько возрасти, что нелинейные искажения делаются заметными: звучание приобретает неприятный оттенок, т. е. голоса и музыкальные инструменты будут звучать не вполне естественно. При дальнейшем увеличении нелинейных искажений из громкоговорителя станут слышны хрипы, дребезжание, разборчивость передачи ухудшится. Если же амплитуды дополнительных частот становятся очень большими, радиопередача может сделаться совершенно неразборчивой и превратится в сплошной хрип и шум.

Нелинейные и частотные искажения могут появляться по разным причинам во всех устройствах так называемого

тракта радиопередачи и радиоприема, начиная с микрофона и кончая громкоговорителем. В радиостудиях, радиоаппаратных, на радиовещательных станциях принимаются меры к возможному уменьшению искажений по всему тракту радиопередачи. Соответствующие меры принимаются и при изготовлении радиоприемников и громкоговорителей.

Величина нелинейных искажений оценивается количественно к о э ф ф и ц и е н т о м г а р м о н и к, который иногда называется также коэффициентом нелинейности. Он определяется при воспроизведении звука одной постоянной частоты как отношение эффективного звукового давления, создаваемого совместным действием возникших гармоник, к звуковому давлению колебания основной частоты и выражается в процентах. Так, например, если звуковое давление, создаваемое колебанием основной частоты, будет 1 бар, а звуковое давление, создаваемое грамониками, 0,1 бар, то коэффициент гармоник составит: $\frac{0,1}{1,0} \cdot 100 = 10\%$.

Нелинейные искажения при коэффициенте гармоник, не превышающем 8—14%, практически мало заметны. Приведенные цифры относятся к случаю, когда воспроизводятся наиболее громкие звуки, участвующие в передаче (громкая музыка, выкрики и т. п.). В этом легко убедиться практически, слушая радиопередачу: хрипы и дребезжания получаются обычно лишь при самых громких звуках.

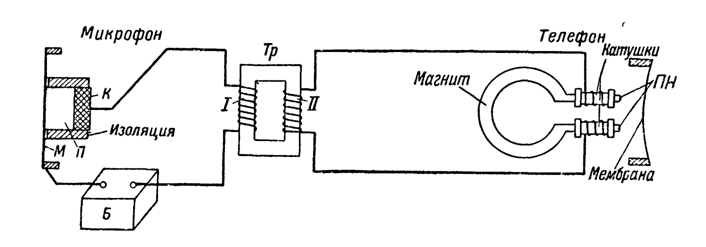
КАК РАБОТАЕТ ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОН

На примере рассмотрения устройства и работы проводного телефона познакомимся со способами превращения энергии звуковых волн в электрический переменный ток и обратного превращения энергии этого тока в энергию звуковых волн. Преобразование энергии звуковых волн, созданных голосом говорящего, в энергию переменного тока может осуществляться, например, при помощи микрофона и трансформатора. Этот ток передается по проводам в то место, где голос говорящего должен быть услышан. В этом месте преобразование электрической энергии в звук производится при помощи телефона.

Микрофон. В проводном телефоне, а также в радиостанции типа «Урожай» применяется так называемый

угольный микрофон. Его разрез показан схематически в левой части фиг. 1. Микрофон состоит из угольной колодки *К* и тонкой угольной пластинки — мембраны *М*, между которыми насыпан угольный порошок *П*, через который от мембраны к колодке проходит электрический ток батареи *Б*. Сопротивление угольного порошка электрическому току зависит от плотности прилегания друг к другу частиц порошка.

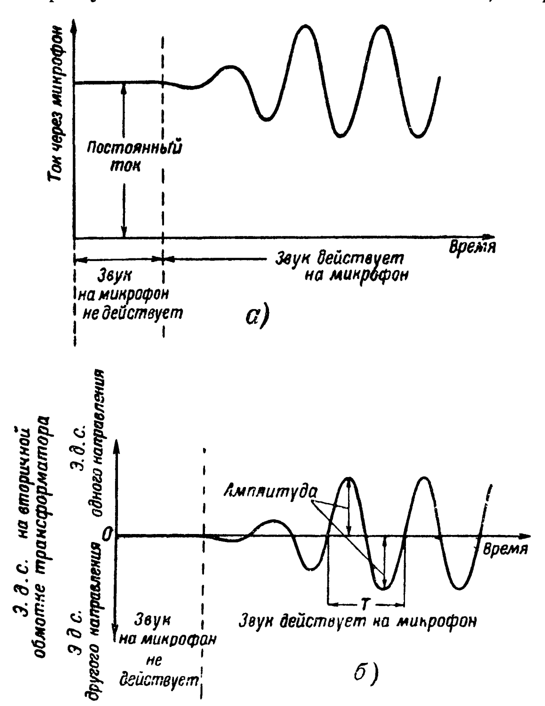
Предположим, что перед микрофоном колеблется струна с частотой 440 *гц*. При этом в воздухе вокруг струны распространяются звуковые волны, т. е. последовательные сжатия и разрежения воздуха. Каждое сжатие воздуха, достигнув мембраны, создает давление на нее. Вследствие



Фиг. 1. Схема телефонной передачи по проводам.

этого мембрана несколько прогибается внутрь и уплотняет порошок. Следующее вслед разрежение, достигнув мембраны, вызывает обратное действие: центр мембраны удаляется от колодки, и степень уплотнения порошка уменьшается по сравнению с первоначальным. Так как при частоте колебаний 440 *гц* до мембраны достигнет в течение секунды 440 сжатий и разрежений воздуха, то мембрана 440 раз в секунду уплотнит порошок и столько же раз уменьшит степень его уплотнения. Будет изменяться и сопротивление микрофона. Так как микрофон соединен последовательно с батареей, то при каждом изменении его сопротивления изменится проходящий через него ток. Другими словами, 440 раз в секунду получится увеличение тока в цепи и столько же раз ослабление его. Графически это показано на фиг. 2,*а*. Такой ток, проходящий все время в одном направлении, но периодически меняющийся по величине, называется пульсирующим током. Его можно рассматривать как два тока, существующие одновременно в

цепи: 1) постоянный[1], величина которого равна среднему между самым большим и самым малым значениями пульсирующего тока, и 2) переменный[2], «наложенный на постоянный ток». При этом можно считать, что в те моменты, когда величина пульсирующего тока становится больше величины образующего его постоянного тока, переменный



Фиг. 2. Графические изображения тока через микрофон (*а*) и э. д. с. на вторичной обмотке трансформатора (*б*) в схеме фиг. 1.

ток имеет то же направление, что и постоянный ток; в те же моменты, когда величина пульсирующего тока делается меньше постоянного тока, переменный ток течет навстречу

---

[1] Постоянным током называется электрический ток, текущий все время в одном направлении и не изменяющийся по величине. Соответственно постоянным напряжением, постоянной электродвижущей силой (э. д. с.) называются неизменные во времени напряжение, э. д. с.

[2] Переменным током называется электрический ток, направление которого через равные промежутки времени изменяется. Величина его тоже непрерывно изменяется. Наибольшее ее значение называется амплитудой.

постоянному току, ослабляя его. Эти переменный и постоянный токи часто называют также переменной и постоянной составляющими (или слагающими) пульсирующего тока.

Проходя по сопротивлению, пульсирующий ток создает на нем пульсирующее напряжение (постоянное по направлению, но периодически изменяющееся по величине). Пульсирующее напряжение можно «разложить» на одновременно действующие постоянное и переменное напряжения и назвать их соответственно постоянной и переменной составляющими напряжения.

Трансформатор состоит из сердечника, собранного из стальных пластин, на который намотаны две обмотки из изолированного провода. Пульсирующий ток проходит по его первичной обмотке *I* (фиг. 1). Когда ток через микрофон и эту обмотку усиливается, во вторичной обмотке *II* получается э. д. с. одного направления, а когда он ослабляется, — э. д. с. другого направления. Частота э. д. с. на вторичной обмотке получается такой же, как и частота изменения тока через первичную обмотку. Электродвижущая сила на вторичной обмотке трансформатора изменяется так, как это графически показано на фиг. 2,*б*. Концы вторичной обмотки трансформатора соединяются проводами с телефоном (фиг. 1). Электродвижущая сила на вторичной обмотке трансформатора создает в проводах и цепи телефона электрический переменный ток звуковой частоты.

При воздействии на микрофон сложных звуков, например при разговоре, на вторичной обмотке трансформатора получается ряд переменных э. д. с. с частотами, соответствующими передаваемому звуку.

Переменные электрические токи, э. д. с. и напряжения, возникающие в результате действия звука, по аналогии со звуковыми колебаниями часто называют электрическими колебаниями низкой (или звуковой) частоты [1].

Телефон. Телефон электромагнитного типа содержит в себе постоянный магнит с полюсными наконечниками из мягкой стали, на которые надеты две катушки с обмоткой, состоящей из большого числа витков тонкого изолированного провода. Обмотки катушек соединены последовательно и их свободные концы выведены наружу. Вся магнитная система помещена в круглую коробку, сделанную из ме-

[1] Дальше вместо слов „низкой частоты“ мы будем везде писать н. ч.

талла или пластмассы, на края которой наложена круглая тонкая жестяная пластинка, носящая название **мембраны**. Она расположена близко к полюсным наконечникам, но не соприкасается с ними. Мембрана закрыта круглой раковиной (амбушюром), служащей для прикладывания к уху и имеющей в середине отверстие для прохода звука.

Под действием притяжения магнита мембрана всегда несколько вогнута в середине. Если через обмотку телефона пропустить постоянный ток, то он будет создавать некоторое дополнительное намагничивание полюсных наконечников. При одном направлении тока это дополнительное намагничивание увеличит магнитный ток между полюсными наконечниками и середина мембраны прогнется сильнее. При обратном направлении тока магнитный поток между наконечниками уменьшится, а мембрана несколько выпрямится; при этом ее середина удалится от наконечников.

Если через обмотки телефона пропустить переменный ток от вторичной обмотки трансформатора (фиг. 1), то мембрана телефона будет колебаться с той же частотой, с какой колеблется мембрана микрофона, т. е. будет воспроизводить такие же звуки, какие действуют на микрофон. Звуки, создаваемые мембраной телефона, значительно слабее звуков, действующих на микрофон, и слышать их можно только, приложив телефон к уху.

Величина звукового давления, создаваемого мембраной телефона, приблизительно пропорциональна величине переменного тока, идущего через телефон, или величине переменного напряжения, которое получается на обмотке электромагнитов телефона.

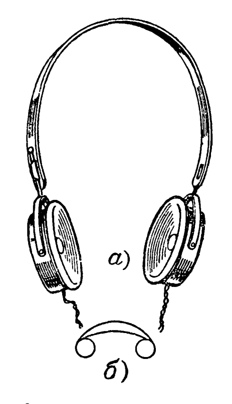
Чтобы каждый из пользующихся телефонной связью мог говорить и слушать своего собеседника, на каждом конце линии связи включаются микрофон с батареей и трансформатором и телефон.

ТЕЛЕФОННЫЕ ТРУБКИ

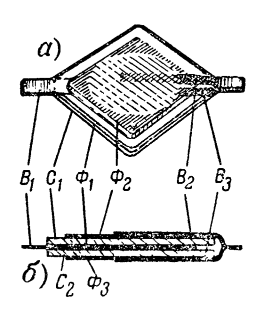
Для слушания радиопередач используются две телефонные трубки, скрепленные между собой металлической дужкой — оголовьем (фиг. 3). Катушки трубок соединяются последовательно гибким изолированным проводом (шнуром), снабженным штепсельными штырьками для включения трубок в гнезда радиоприемника. Радиолюбители такие телефоны иногда называют наушниками.

Пьезоэлектрические телефоны. Кроме электромагнитных телефонов, для радиоприемников широко применяются еще

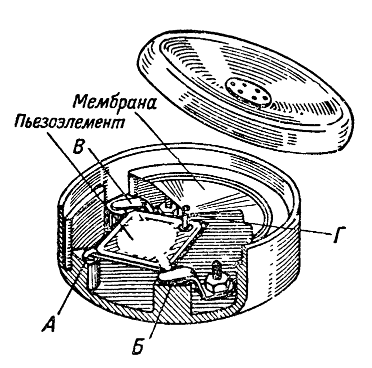
и пьезоэлектрические. Основной частью такого телефона является пьезоэлектрический элемент (пьезоэлемент). Устройство его показано на фиг. 4. Две квадратные пластинки C_1 и C_2, вырезанные из кристаллов сегнетовой соли, плотно склеены. Между ними проложен листочек фольги $Ф_1$ (тонкая металлическая пластинка). На наружные поверхности пластинок также наклеены листочки фольги $Ф_2$ и $Ф_3$. Последние соединены между собой. Если к выводам от внутреннего (B_1) и внешних (B_2 и B_3) листочков приложить разноименные электрические потенциалы (т. е. присоединить их к полюсам какого-либо источника постоянного напряжения), то под действием электрических сил, создаваемых этими потенциалами, пьезоэлемент изгибается. При одной полярности подключения к источнику напряжения противоположные углы пластинок изгибаются в одну сторону, при другой полярности — в другую. Если же к пьезоэлементу подвести переменное напряжение н. ч., то в течение каждого периода напряжения пьезоэлемент будет изгибаться раз в одну сторону и раз в другую, т. е. под действием переменного электрического напряжения в пьезоэлементе возникают механические колебания.



Фиг. 3. Телефоны для радиоприемника (*а*) и их схематическое изображение (*б*).



Фиг. 4. Общий вид (*а*) и ризрез (*б*) пьезоэлемента для телефона.



Фиг. 5. Устройстео пьезоэлектрического телефона. Амбушюр снят (показан рядом).

Три угла пьезоэлемента (*А*, *Б* и *В* на фиг. 5) жестко скреплены с корпусом телефона, а его четвертый угол (*Г*) прикреплен к центру алюминиевой мембраны конической формы. Под действием переменного напряжения н. ч., подведенного к пьезоэлементу, его свободный угол колеблется, передает колебания мембране и она воспроизводит звук.

Пьезоэлектрические телефоны по внешнему виду подобны электромагнитным. Пьезоэлементы телефонов соединяются параллельно.

Пьезоэлектрические телефоны менее надежны в работе, чем электромагнитные. Это объясняется тем, что пьезоэлемент портится от действия влаги и повышенной температуры. Поэтому пьезоэлектрические телефоны нужно держать всегда в сухом месте и беречь от нагрева.

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ МИКРОФОНЫ

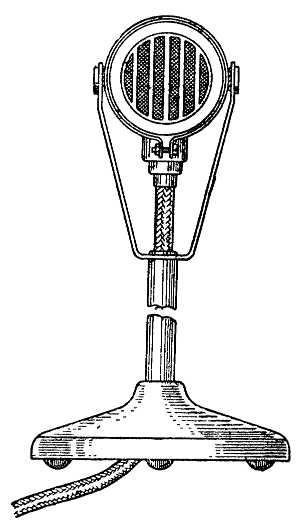
В современной технике радиовещания применяются преимущественно э л е к т р о д и н а м и ч е с к и е   м и к р о ф о н ы. Они вносят в радиопередачу несравненно меньшие частотные и нелинейные искажения, чем угольные.

Фиг. 6. Устройство электродинамического микрофона катушечного типа (*а*). Внизу показано схематическое изображение микрофона (*б*).

Рассмотрим устройство и действие наиболее распространенного электродинамического микрофона катушечного типа. Устройство его в разрезе показано на фиг. 6. Он содержит магнит *Н*, имеющий форму кольца. Полюсы его обозначены буквами *Ю* и *С*. Магнит намагничивает жестко скрепленные с ним фланец (плоское кольцо) *Ф* и сердечник *В*, между которыми имеется узкий воздушный кольцевой промежуток — зазор *З*. Сердечник приобретает одну магнитную полярность (северную — *С*), а фланец — другую (южную — *Ю*). Вследствие этого в кольцевом зазоре получается сильное магнитное поле.

Мембрана *М* микрофона сделана из тонкого алюминия. Края ее гофрированы. К ее средней части, имеющей выпуклую форму, приклеена круглая катушка *К* из изолированного провода, входящая в зазор между фланцем и сердечником, но не соприкасающаяся с ними. Пока катушка не-

подвижна, э. д. с. в ее обмотке отсутствует. Когда на мембрану воздействует область повышенного давления звуковой волны, мембрана прогибается внутрь, катушка перемещается в глубь зазора и в ее обмотке индуктируется э. д. с. одного направления. Когда мембрана оказывается в области пониженного давления звуковой волны, она вместе с катушкой движется в обратном направлении и в обмотке катушки возникнет э. д. с. противоположного направления. В результате при колебании мембраны и катушки под действием звуковых волн в обмотке последней возникает переменная э. д. с. низкой частоты. Концы обмотки катушки соединяются при помощи гибких проводников с первичной обмоткой специального трансформатора (на фигуре он не показан). Возникшая в обмотке катушки переменная э. д. с. создает переменный ток в первичной обмотке этого трансформатора, индуктирующий во вторичной его обмотке повышенное переменное напряжение. Это напряжение подается на усилитель, обеспечивающий дальнейшее увеличение напряжения и мощности электрических колебаний, полученных от микрофона.



Фиг. 7. Внешний вид электродинамического микрофона катушечного типа.

Микрофон вместе с трансформатором заключается в кожух с решеткой, через которую звуковые волны проникают к мембране, и укрепляется на подставке (фиг. 7).

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Громкоговорители, так же как и телефоны, служат для превращения электрической энергии переменных токов звуковой (низкой) частоты в звуковую энергию и применяются в тех случаях, когда радиопередачу нужно воспроизводить с громкостью, достаточной для того, чтобы ее могли слушать многие слушатели в комнате, зале или на открытом воздухе. Громкоговоритель является составной частью всякого лампового радиоприемника. Для слушания радиопередач по радиотрансляционной сети выпускаются специальные громкоговорители.

Ни микрофон, ни детекторный радиоприемник без усилителя не могут обеспечить громкоговоритель электрической энергией звуковой частоты, достаточной даже для очень негромкой его работы. Поэтому громкоговоритель всегда включается через усилитель, в задачу которого входит увеличить мощность переменного тока звуковой частоты до величины, необходимой для обеспечения необходимой громкости воспроизведения передачи.

Чтобы комнатный громкоговоритель создал на расстоянии 1 *м* от него звуковое давление 1,5—2,5 бара (такое давление, как нам известно, обеспечивает достаточную громкость в условиях сельской местности), он должен получать от радиотрансляционной сети мощность около 0,05—0,06 *вт* *. Громкоговоритель радиоприемника «Родина-52» получает от последнего мощность до 0,3 *вт*, громкоговорители приемников «Москвич», АРЗ-51 и «Днепр» — до 0,5 *вт*, громкоговорители радиоприемников «Урал», «Балтика», «Рига-6» и «Баку» — до 1,5 *вт*, а громкоговорители приемников «Мир» и «Рига-10» — по 4 *вт*. Громкоговорители радиоприемников двух последних типов могут создавать очень большие звуковые давления (до 25 бар) и поэтому могут обеспечивать очень громкое воспроизведение радиопередач в больших помещениях.

Специальные громкоговорители, предназначенные для обслуживания клубных залов, улиц и площадей требуют мощностей в десятки и сотни ватт. Отметим, что указанные выше мощности громкоговорители получают в моменты передачи наиболее громких звуков. Это так называемые номинальные мощности.

Наиболее совершенными из современных громкоговорителей являются электродинамические. Они и применяются в настоящее время во всех радиоприемниках.

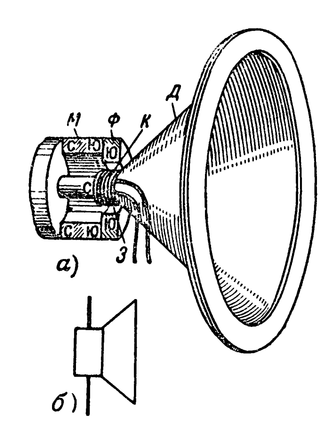
Принцип действия электродинамического громкоговорителя. Устройство такого громкоговорителя во многом напоминает устройство катушечного электродинамического микрофона. Одна из конструкций электродинамических громкоговорителей схематически показана на фиг. 8. Он имеет постоянный магнит *М* в форме кольца, создающий сильное магнитное поле в зазоре *З* между сердечником и фланцем *Ф*. В зазоре находится катушка *К* с обмоткой из изолированного провода. Ее обычно называют звуковой ка-

---

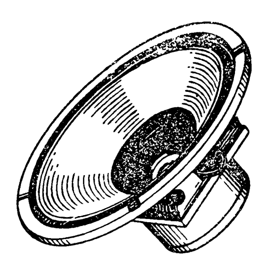
* Сокращенные обозначения единиц измерения электрических величин см. в конце книги (стр. 352).

тушкой. Каркас катушки приклеен к вершине бумажного конуса *Д*, называемого диффузором.

Когда через звуковую катушку пропускают переменный ток н. ч., то вокруг нее создается переменное магнитное поле, которое взаимодействует с постоянным магнитным полем, существующим в зазоре. В тот момент, когда ток в катушке создает в зазоре магнитное поле такого же направления, как и поле постоянного магнита, последнее стремится вытолкнуть катушку из зазора. Когда же ток в катушке и соответственно создаваемое им магнитное поле изменят свое направление, постоянное поле магнита будет стремиться втянуть катушку глубже в зазор. Таким образом, при прохождении через катушку переменного тока н. ч. она быстро перемещается вдоль зазора то в одну, то в другую сторону и тем самым приводит в колебательное движение диффузор, который при этом создает звуковые волны. Чем больше амплитуда переменного тока, проходящего через катушку, тем больше размах (амплитуда) колебаний катушки и диффузора и громче создаваемый громкоговорителем звук. На фиг. 9 показан общий вид одного из электродинамических громкоговорителей.



Фиг. 8. Устройство электродинамического громкоговорителя с постоянным магнитом. Внизу показано, как его изображают на схемах радиоаппаратуры.



Фиг. 9. Общий вид электродинамического громкоговорителя с постоянным магнитом.

Маркировка электродинамических громкоговорителей. Выпускаемые нашей промышленностью электродинамические громкоговорители имеют по стандарту в своем обозначении буквы ГД (старые типы — буквы ГДМ). Впереди букв (в старых типах после букв) ставится число, указывающее номинальную мощность данного громкоговорителя

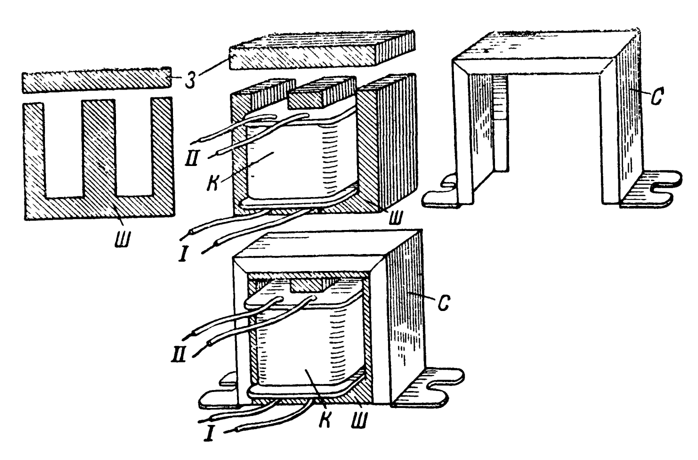
в ваттах, т. е. такую мощность электрических колебаний звуковой частоты, которую можно подвести к громкоговорителю, не опасаясь, что он будет создавать недопустимо большие нелинейные искажения. Для большинства типов громкоговорителей установлен предельный коэффициент гармоник 7%. Цифра после букв обозначает номер модели громкоговорителя. Например, в приемнике «Родина-52» применяется электродинамический громкоговоритель типа 0,5 ГД-5, т. е. имеющий номинальную мощность 0,5 *вт*, модель 5.

Трансформатор к электродинамическому громкоговорителю. Чтобы электродинамический громкоговоритель нормально работал, через его звуковую катушку необходимо пропускать довольно большой ток при небольшом напряжении (несколько вольт[1]). От усилителей же всегда получаются переменные напряжения н. ч., достигающие десятков и сотен вольт. В радиотрансляционной сети действует также переменное напряжение до 30 *в*. Поэтому неотъемлемой частью всякого электродинамического громкоговорителя является трансформатор, преобразующий эти напряжения в более низкие напряжения (при соответственно бо́льших токах).

Первичная обмотка такого трансформатора, присоединяемая к усилителю (или трансляционной сети), имеет большое число витков сравнительно тонкого изолированного провода, а его вторичная обмотка, соединяемая с катушкой громкоговорителя, имеет значительно меньшее число витков более толстого изолированного провода. Трансформатор имеет сердечник, набранный из тонких стальных пластин. Общий вид и детали трансформатора показаны на фиг. 10.

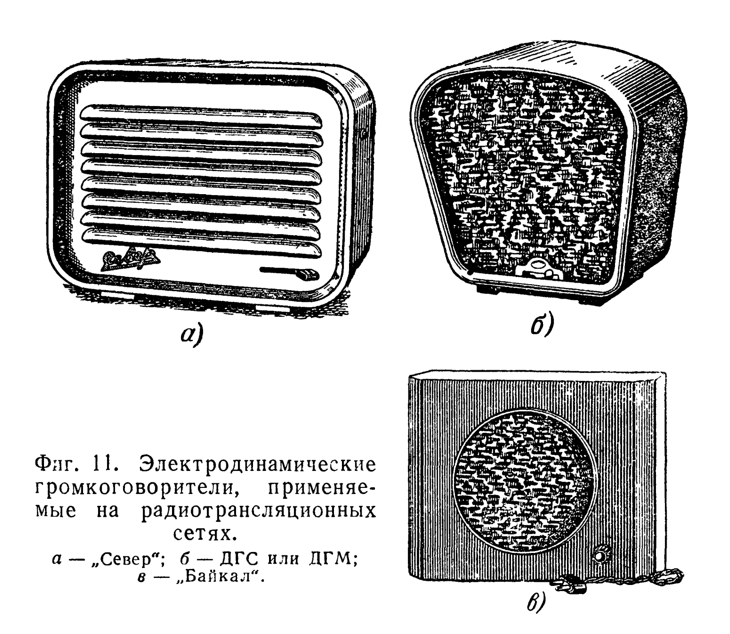
Электродинамические громкоговорители для радиотрансляционных сетей. Нашей промышленностью выпускается много типов элекродинамических громкоговорителей. К их числу относятся громкоговорители «Мир», «Север», «Байкал», «Ангара», «Чайка», «Волна», «Днепр», «РААЗ» и др. Некоторые громкоговорители показаны на фиг. 11. Каждый из них содержит электромагнитный механизм, подобный описанному выше, заключенный в футляр, изготовленный из дерева или пластмассы. В передней стенке сделан вырез, затянутый тканью, или имеется ряд щелей. Через этот вырез (или щели) звуковые волны, создаваемые диффузором механизма, выходят из ящика наружу.

[1] Вольт — единица электрического напряжения.



Фиг. 10. Трансформатор к электродинамическому громкоговорителю (внизу) и его детали.

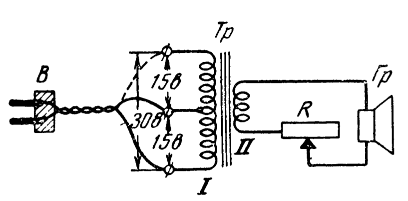
Ш — Ш-образная пластина из стали особого сорта; *З* — замыкающая пластина из такой же стали; *К* — катушка с обмотками; *I* — выводы концов первичной обмотки; *II* — выводы концов вторичной обмотки; *С* — стальная скоба, стягивающая сердечник.



Фиг. 11. Электродинамические громкоговорители, применяемые на радиотрансляционных сетях.

а — „Север"; *б* — ДГС или ДГМ; *в* — „Байкал".

Для включения в штепсельную розетку радиотрансляционной сети каждый громкоговоритель имеет шнур со штепсельной вилкой. На одной из стенок футляра громкоговорителя (чаще всего на передней) расположена ручка или рычажок переменного сопротивления, которое включено последовательно в цепь звуковой катушки громкоговорителя *Гр*, как это показано на фиг. 12. Изменяя величину этого сопротивления *R*, можно изменять величину тока н. ч., проходящего через звуковую катушку громкоговорителя от вторичной обмотки *II* трансформатора *Тр*. Когда сопротивление *R* включено в цепь звуковой катушки полностью получается наименьший ток и громкоговоритель звучит слабо. Если же, вращая ручку или передвигая рычажок переменного сопротивления, полностью его выключить из цепи, получается наиболее громкое звучание. Упомянутое переменное сопротивление *R* называется регулятором громкости.



Фиг. 12. Соединение звуковой катушки громкоговорителя с трансформатором через регулятор громкости (переменное сопротивление *R*). Отвод от среднего витка первичной обмотки трансформатора имеется не у всех громкоговорителей.

Первичная обмотка *I* трансформатора громкоговорителя ДГМ имеет три вывода: начало, конец и отвод от среднего витка (фиг. 12). Если напряжение н. ч. в радиотрансляционной сети не превышает 15 *в*, шнур подключается к началу и отводу от среднего витка первичной обмотки, как это показано на фиг. 12. При этом ток проходит через половину первичной обмотки. Когда же громкоговоритель должен быть включен в радиотрансляционную сеть, напряжение н. ч. в которой достигает 30 *в*, концы шнура подключают к началу и концу первичной обмотки (как показано на фиг. 12 пунктиром); в последнем случае ток проходит через все витки первичной обмотки.

Трансформаторы громкоговорителей ДГС, «Байкал» и «Север» не имеют отводов от средних витков первичных обмоток и шнуры подключены постоянно к их началам и концам.

Первый из упомянутых громкоговорителей предназначен для работы только на радиотрансляционных сетях с напряжением 15 *в*, а два других с напряжением 30 *в*.

Здесь и в дальнейшем изложении мы указываем так называемые **номинальные** электрические напряжения звуковой частоты, действующие в радиотрансляционной сети, т. е. наибольшие напряжения, которые могут поступать из сети на громкоговоритель. При таких напряжениях громкоговоритель расходует от радиотрансляционной сети номинальную мощность и создает наиболее громкое звучание. В течение всей радиопередачи вследствие изменения громкости передаваемых звуков напряжение, получаемое громкоговорителем, непрерывно изменяется от нуля до номинальной величины.

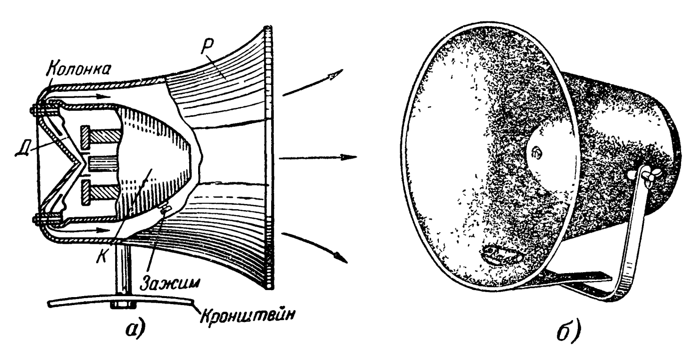
Необходимо помнить, что на сельских радиотрансляционных сетях не следует применять громкоговорители со штампами «Для Москвы». Последние потребляют от радиотрансляционных сетей значительно бо̀льшую мощность, чем такие же громкоговорители без указанного штампа. Поэтому включение громкоговорителей со штампом «Для Москвы» в сети сельских радиоузлов, особенно радиоузлов маломощных, может привести к ухудшению громкости радиопередачи у соседей.

Рупорный громкоговоритель. Для обслуживания больших аудиторий, а главным образом для работы на открытом воздухе наша промышленность выпускает рупорный электродинамический громкоговоритель типа Р-10. Для его работы необходима номинальная мощность 10 *вт*. Механизм для создания звуковых колебаний имеет почти такое же устройство, как и в описанном выше громкоговорителе с постоянным магнитом. Он помещен в металлическом колпаке *К*, расположенном внутри металлического рупора *Р* (фиг. 13,*а*). Трансформатор расположен также внутри колпака. Выводы от его первичной обмотки подведены к зажимам, к которым подключаются провода, подающие ток звуковой частоты от усилителя. Первичная обмотка трансформатора состоит из трех частей с расчетом на то, что к ней могут подаваться от усилителя или радиотрансляционной сети номинальные напряжения звуковой частоты 60, 120 или 240 *в*. Если усилитель или сеть дает номинальное напряжение 240 *в*, включается вся первичная обмотка трансформатора; при напряжении 60 *в* включается наименьшее число витков первичной обмотки; соответственно для работы от напряжения 120 *в* включается промежуточное число витков обмотки. Созданные диффузором *Д* звуковые волны выходят наружу через отверстие рупора (направление их движения показано на фиг. 13,*а* стрелками).

Общий вид громкоговорителя Р-10 показан на фиг. 13,*б*.

Электродинамические громкоговорители с электромагнитами. Кроме описанных выше электродинамических громкоговорителей с постоянными магнитами, в некоторых радиоприемниках встречаются громкоговорители с электромагнитами.

Устройство такого громкоговорителя подобно устройству громкоговорителя с постоянным магнитом (фиг. 8), только



Фиг. 13. Устройство рупорного электродинамического громкоговорителя Р-10 (*а*) и его общий вид (*б*).

вместо постоянного стального магнита в нем применено кольцо из мягкой стали, а на сердечник надета катушка из изолированного провода (катушка подмагничивания). Через нее пропускается постоянный ток, намагничивающий сердечник. Работает такой громкоговоритель так же, как и громкоговоритель с постоянным магнитом.

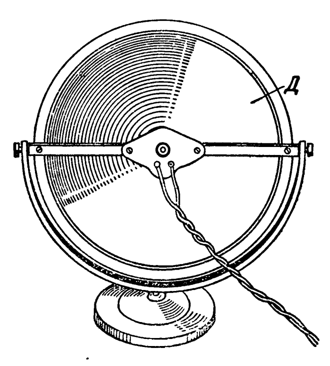
Наименования типов электродинамических громкоговорителей с электромагнитами содержат в себе буквы ГЭД и цифры, имеющие такое же значение, что и в наименованиях громкоговорителей с постоянными магнитами.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ «РЕКОРД»

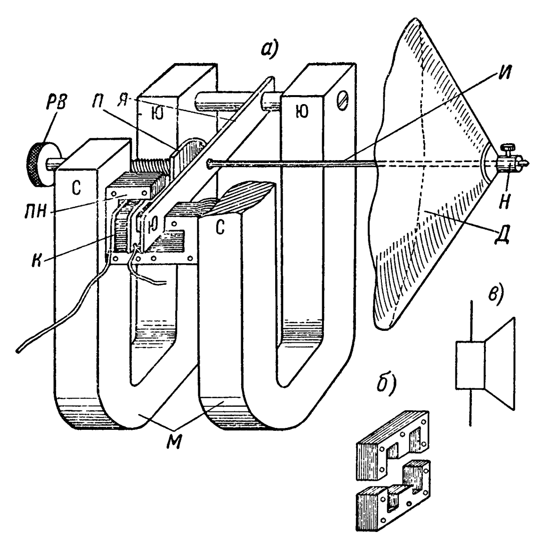
В громкоговорителе «Рекорд» воспроизведение звука также осуществляется при помощи бумажного конического диффузора *Д* (фиг. 14), но механизм, вызывающий колебания диффузора, отличается от рассмотренных выше.

Механизм громкоговорителя «Рекорд» (фиг. 15,*а*) имеет два подковообразных магнита *М* с полюсными наконечниками *ПН*, собранными из тонких стальных пластинок Ш-образной формы (эти наконечники показаны отдельно на

фиг. 15,*б*). На каждом полюсном наконечнике расположена катушка *К* с обмоткой из большого числа витков тонкой изолированной проволоки (на фиг. 15,*а* катушка правого наконечника не показана, а часть его показана обломанной для большей ясности чертежа). Таким образом, каждый полюсный наконечник представляет собой маленький электромагнит. Между наконечниками находится конец стальной пластинки *Я*, носящей название якоря или вибратора. Его второй конец зажат между другими полюсами магнитов *Ю*. Якорь тонкой стальной иглой *И* скреплен с центром диффузора *Д*. Крепление иглы к диффузору производится специальным зажимом — ниппелем *Н*. При помощи регулировочного винта *РВ*, упирающегося в пружинку *П*, приклепанную к якорю, последний устанавливается в такое положение, что его конец *Ю* не соприка-



Фиг. 14. Общий вид громкоговорителя „Рекорд".



Фиг. 15. Устройство электромагнитного механизма громкоговорителя „Рекорд" (*а*), его полюсные наконечники (*б*) и схематическое изображение громкоговорителя (*в*).

сается с полюсными наконечниками магнита, находясь в среднем положении между ними.

Когда по обмоткам катушек K проходит ток, магнитный поток между полюсными наконечниками и якорем изменяется, причем магнитное поле между одним полюсным наконечником и якорем усиливается, а между другим наконечником и якорем ослабляется. В результате конец якоря притягивается в сторону наконечника с более сильным магнитным полем. При перемене направления тока в обмотках катушек якорь отклоняется в сторону другого наконечника. Если по обмоткам пропустить переменный ток звуковой частоты, то якорь будет совершать колебания и передавать их через иглу диффузору.

Громкоговорители типа «Рекорд» дают невысокое качество воспроизведения передачи. Даже правильно отрегулированный громкоговоритель работает с коэффициентом гармоник до 10—15%. Полоса воспроизводимых «Рекордом» частот лежит обычно в пределах 240—3 000 *гц*.

В последние годы начат выпуск громкоговорителей «Рекорд» с магнитами из высококачественного никель-алюминиевого магнитного сплава. Устройство механизмов этих громкоговорителей несколько отличается от описанного выше.

ГРАММОФОННЫЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

В практике радиовещания и в быту имеет место воспроизведение граммофонных записей.

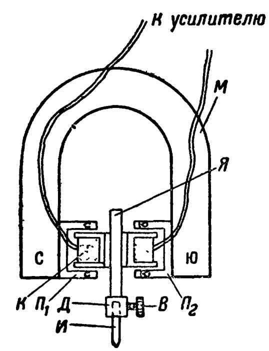
Что такое граммофонная запись? Граммофонная запись производится на диске, на поверхность которого нанесен слой воска. Диск этот приводится во вращение. Над диском устанавливается рекордер — электромагнитный механизм, по своему устройству напоминающий громкоговоритель, но вместо диффузора рекордер снабжен резцом специальной конструкции, надавливающим на восковую поверхность диска. Резец при вращении диска вырезает на восковой поверхности диска спиральную бороздку с началом у наружного края диска и концом — ближе к его центру.

Если к обмотке рекордера подвести переменное напряжение звуковой частоты, то конец его резца вырежет на поверхности диска сплошную спиральную зигзагообразную бороздку. Это и будет запись звука.

С записанного диска на фабриках граммофонных пла-

ламп и направляются в громкоговоритель, который и воспроизводит записанные на граммофонной пластинке звуки.

Одна из конструкций граммофонного звукоснимателя — электромагнитного,—предназначенного для воспроизведения с обычных граммофонных пластинок схематически изображена на фиг. 16. Он состоит из следующих основных частей: постоянного магнита *М* с двумя полюсными наконечниками $П_1$ и $П_2$, якоря *Я*, изготовленного из мягкой стали, расположенного между полюсными наконечниками, обычной граммофонной иглы *И*, зажимаемой винтом *В* в держателе *Д*, скрепленном с концом якоря *Я*, и катушки *К*, окружающей якорь.



Фиг. 16. Устройство электромагнитного граммофонного звукоснимателя.

Когда игла *И* находится в неподвижном состоянии, якорь находится в среднем положении относительно полюсных наконечников $П_1$ и $П_2$. Когда же игла вследствие отклонения борозды граммофонной пластинки отклонится вправо, нижний конец якоря приблизится к нижнему отростку полюсного наконечника $П_2$, имеющему южную (*Ю*) полярность, а верхний—к верхнему отростку полюсного наконечника $П_1$, имеющему северную (*С*) полярность. В результате через якорь пройдет магнитный поток одного направления. В следующий момент времени, когда игла, двигаясь по борозде, отклонится влево, нижний конец якоря приблизится к нижнему отростку полюсного наконечника $П_1$, имеющему северную полярность, а верхний — к верхнему отростку полюсного наконечника $П_2$, имеющему южную полярность, и через якорь пройдет магнитный поток в противоположном направлении.

При движении граммофонной пластинки конец иглы звукоснимателя будет поочередно отклоняться то в правую, то в левую сторону, в результате чего магнитный поток через якорь, а следовательно, и внутри катушки будет изменяться и по величине и по направлению. В результате в катушке будет индуктироваться э. д. с. звуковой частоты. Эта э. д. с. подается на усилитель, к которому подключен громкоговоритель. Последний воспроизводит записанные на пластинке звуки.

стинок изготовляются из специальной массы копии, которые и представляют собой граммофонные пластинки.

В настоящее время выпускаются граммофонные пластинки двух типов: обычные и долгоиграющие. Последние отличаются от обычных тем, что бороздки на них более узкие и ближе расположены друг к другу. Поэтому на долгоиграющей пластинке помещается запись более продолжительного произведения, чем на обычной граммофонной пластинке такого же размера. Большинство граммофонных пластинок записывается со скоростью 78 об/мин. На некоторых долгоиграющих пластинках запись осуществлена со скоростью $33^1/_2$ об/мин. На пластинке последнего типа может быть записана еще бо́льшая программа.

Так, например, если на одной стороне обычной граммофонной пластинки диаметром 25 *см* может быть записана программа продолжительностью 3 мин., то на долгоиграющей пластинке такого же диаметра и при той же скорости вращения 78 об/мин может поместиться программа продолжительностью 9 мин., а при скорости вращения $33^1/_3$ об/мин — продолжительностью до 15 мин.

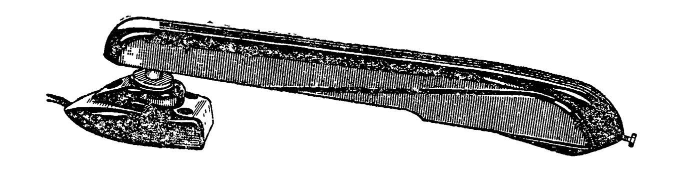
Воспроизведение граммофонной записи. Если граммофонную пластинку положить на диск граммофона (патефона), привести ее во вращение и установить на борозду диска иголку граммофона, то борозда диска, перемещаясь под иголкой, заставит последнюю следовать по всем извилинам зигзагообразной борозды, т. е. совершать такие же колебания, какие совершал резец рекордера при записи звука. Так как иголка граммофона связана при помощи рычажка с мембраной граммофона, то колебания иголки передаются мембране и последняя создает звуковые волны. Эти звуковые волны по трубке (называемой тонармом), на которой укреплена мембрана, поступают в рупор, откуда мы и слышим звуки.

Для того чтобы воспроизведение записи осуществлялось без частотных искажений, необходимо, чтобы диск граммофона с пластинкой вращался с такой же скоростью, с какой вращался диск при записи программы.

Граммофонный звукосниматель. Вместо граммофонной мембраны можно применить так называемый граммофонный звукосниматель, который преобразует колебания иглы при прохождении ею борозды граммофонной пластинки в переменный ток н. ч. Получаемые таким способом колебания н. ч. усиливаются с помощью электронных

Звукосниматель можно включить вместо микрофона и осуществить, таким образом, передачу по радио граммофонных записей либо подключить к ламповому радиоприемнику и слушать граммофонные записи через громкоговоритель этого приемника.

Кроме описанного электромагнитного звукоснимателя, находят большое применение также пьезоэлектрические граммофонные звукосниматели, в которых игла приводит в механические колебания пьезоэлемент (см. стр. 25). При этом в нем возникают переменные электрические колеба-



Фиг. 17. Общий вид пьезоэлектрического граммофонного звукоснимателя.

ния, которые могут быть усилены и поданы на громкоговоритель так же, как и в случае электромагнитного звукоснимателя. Общий вид граммофонного пьезоэлектрического звукоснимателя показан на фиг. 17.

Необходимо отметить, что проигрывание долгоиграющих пластинок на патефоне, а также воспроизведение их при помощи электромагнитных или пьезоэлектрических звукоснимателей для обычных граммофонных пластинок недопустимо. Такие звукосниматели, как и граммофонная мембрана, слишком тяжелы. Поэтому они не обеспечивают хорошего звуковоспроизведения с долгоиграющих пластинок и быстро изнашивают их.

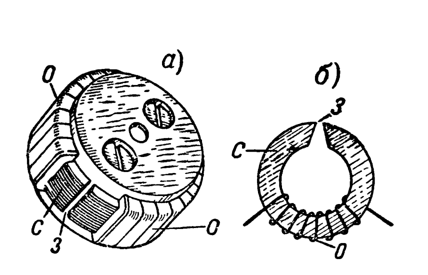
Воспроизведение записей с долгоиграющих пластинок должно осуществляться только с применением так называемых *универсальных* звукоснимателей, которые могут быть использованы также для проигрывания обычных пластинок.

Для воспроизведения долгоиграющих пластинок в универсальный звукосниматель должна вставляться специальная корундовая игла. В этом случае при применении хороших усилителей и громкоговорителей звуковоспроизведение с долгоиграющих пластинок получается значительно лучше, чем с обычных граммофонных пластинок.

МАГНИТОФОНЫ

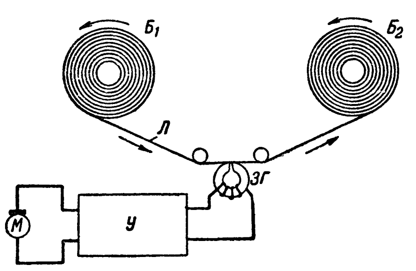
В настоящее время все большее распространение получают звукозапись и звуковоспроизведение с магнитной ленты. Такая лента, например, из целлофана шириной 6,5 *мм* покрыта с одной стороны эмульсией, содержащей железо. Благодаря этому она обладает свойством сохранять намагниченность после действия на нее магнитного поля. Устройства, при помощи которых производятся звукозапись на магнитную пленку и звуковоспроизведение с нее, называются м а г н и т о ф о н а м и.

Так же как и при радиопередаче и записи на граммофонную пластинку, при осуществлении записи на магнитную ленту звуки преобразуются при помощи электродинамического микрофона в электрические колебания. Последние после усиления в усилителе подаются на звукозаписывающую головку магнитофона (фиг. 18), которая представляет собой электромагнит с очень узким зазором между полюсами. Около этого зазора движется с постоянной скоростью магнитная лента (*Л* на фиг. 19), перематываясь с бобины (катушки) $Б_1$ на бобину $Б_2$ при помощи электродвигателя (на фигуре не показан). При изменении величины электрического тока через обмотку звукозаписывающей



Фиг. 18. Общий вид звукозаписывающей головки магнитофона (*а*) и ее схематическое изображение (*б*).

С — сердечник из тонких листов специального магнитного сплава—гермаллоя; *З* — зазор сердечника; *О* — обмотка.



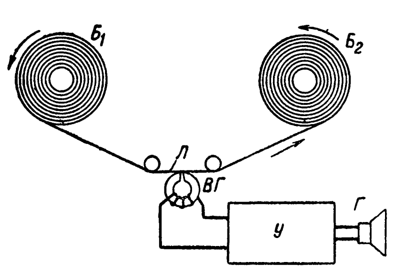
Фиг. 19. Принцип звукозаписи на магнитную ленту.

М—микрофон; *У* — усилитель; *ЗГ* —звукозаписывающая головка; *Л* — магнитная лента; $Б_1$ —бобина с лентой без записи, $Б_2$ —бобина с записанной лентой

головки *ЗГ* изменяются сила магнитного поля в зазоре между ее полюсами и степень намагничивания частичек соединений железа ленты, находящихся в данный момент около зазора. В результате при действии звуков на микрофон *М* движущаяся лента оказывается неравномерно намагниченной по длине. Это намагничивание хорошо сохраняется длительное время.

Для воспроизведения звукозаписи с магнитной ленты она протягивается мимо полюсов звуковоспроизводящей головки *ВГ* магнитофона (фиг. 20). Последняя устроена так же, как и звукозаписывающая головка.

Частички соединений железа с различной намагниченностью, проходя мимо полюсов этой головки, создают между ними изменяющееся магнитное поле. В результате вследствие явления электромагнитной индукции в обмотке звуковоспроизводящей головки возбуждаются электрические колебания тех же частот, которые были подведены к звукозаписывающей головке магнитофона через усилитель. Электрические колебания, возникшие в звуковоспроизводящей головке, усиливаются и подаются на громкоговоритель *Г*, который воспроизводит записанные на ленту звуки.



Фиг. 20. Принцип воспроизведения звука с магнитной ленты.

*Б*1, *Б*2 — бобины с лентой; *Л* — магнитная лента с записью, *ВГ*—звуковоспроизводящая головка; *У* — усилитель; *Г* — громкоговоритель.

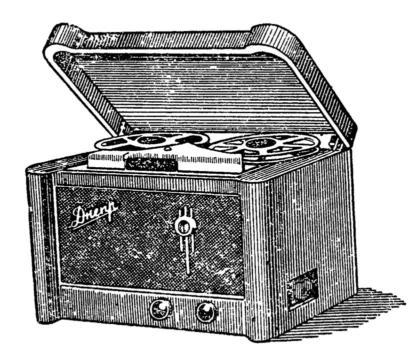
Отличительной особенностью магнитного способа звукозаписи является возможность многократного использования одной и той же ленты — запись с магнитной ленты может быть легко «стерта». Для этого перед звукозаписывающей головкой по ходу ленты располагается стирающая головка, через обмотку которой пропускается сравнительно сильный электрический ток с частотой, значительно превышающей звуковую. Сильное магнитное поле этой головки полностью уничтожает переменное по длине намагничивание ленты и тем самым подготавливает ленту к нанесению на нее новой записи.

Общий вид одного из широко распространенных магнитофонов типа «Днепр-5» показан на фиг. 21. При помощи магнитофона можно вести звукозапись не только с микрофона. Включив вместо микрофона радиоприемник, на магнитную ленту можно записать любую радиопрограмму и затем прослушать ее в любое время любое число раз.

Как уже отмечалось выше, магнитофоны часто применяются и при радиовещательных передачах. Часто программа из радиостудии, театра или концертного зала сначала записывается на магнитную пленку, а затем передается при помощи магнитофона в любое время. Иногда запись

осуществляют в одном городе, а затем перевозят магнитную ленту в другие города и там воспроизводят запись через местные радиостанции.

Легко и удобно можно записать на пленку, например, лекцию ученого, отвезти эту пленку в далекий колхоз или совхоз и там эту лекцию прослушать при помощи магнитофона.



Фиг. 21. Магнитофон „Днепр-5“.

Радиопередача с магнитной пленки звучит не хуже, чем передача непосредственно из радиостудии, театра или зала. Магнитофон часто не только не ухудшает, но даже улучшает звучание радиопередачи. Предположим, например, что певец хорошо исполнил арию. Но исполнение некоторых музыкальных фраз его не удовлетворяет. Тогда он повторяет эти фразы несколько раз. Затем из нескольких кусков магнитной ленты выбираются лучшие и подклеиваются в соответствующие места. В результате при воспроизведении такой смонтированной ленты ария звучит по радио очень хорошо.

В заключение отметим, что нашей промышленностью выпускаются магнитофонные приставки к граммофонным проигрывателям. Такая приставка устанавливается на проигрыватель, и магнитная лента приводится в движение от его двигателя. Воспроизведение звука осуществляется через громкоговоритель радиоприемника. При помощи последнего и магнитофонной приставки можно записать и воспроизвести любую радиопередачу.

ГЛАВА ВТОРАЯ

РАДИОПЕРЕДАЧА И РАДИОПРИЕМ

ИЗЛУЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

Основными сооружениями всякой радиостанции являются передатчик и антенна.

П е р е д а т ч и к представляет собой сложное устройство, создающее переменные токи очень высокой (большой) частоты и направляющее эти токи в антенну. Такие токи

называют также колебаниями высокой частоты[1].

Для измерения высоких частот применяют единицу, в тысячу раз бо́льшую, чем герц, — килогерц (*кгц*) и единицу, в миллион раз бо́льшую, чем герц, — мегагерц (*мггц*).

Передатчики различных радиовещательных станций создают в своих антеннах переменные токи с частотами примерно от 150 *кгц* до 76 *мггц*, причем каждый передатчик работает только на своей, отведенной ему частоте. Это позволяет выделить при приеме передачу одной из станций без помех со стороны остальных.

Мощности переменного тока в. ч., отдаваемые различными радиовещательными передатчиками в их антенны, достигают десятков, сотен и даже тысяч киловатт.

Антенна представляет собой систему проводников, поднятых над землей на высоких мачтах или башнях. По этим проводникам проходят переменные токи в. ч., поступающие от передатчика, в результате чего вокруг антенных проводников возникают электрическое и магнитное поля, изменяющиеся с той же частотой, с какой изменяется и ток в проводниках. Силы или, как говорят, напряженности электрического и магнитного полей связаны между собой и с величиной тока в антенне. Чем больше ток, тем сильнее поля. Фактически вокруг антенны существует одно общее силовое поле, обладающее свойствами как электрического, так и магнитного полей. Такое поле называется электромагнитным.

Особенностью электромагнитного поля, возбужденного токами в. ч., является то, что оно отделяется от антенны и распространяется в окружающем пространстве, унося с собой полученную им от антенны энергию. Это явление носит название излучения антенной электромагнитной энергии.

Скорость распространения электромагнитной энергии в свободном пространстве равна скорости распространения света (300 000 *км/сек*). Совпадение скоростей распространения излучаемой антенной электромагнитной энергии и света неслучайно; свет также представляет собой распространяющиеся в пространстве электромагнитное поле, имеющее несравненно более высокую частоту.

---

[1] Дальше слова „высокой частоты“ мы везде будем заменять буквами в. ч.

Распространение света и электромагнитного поля радиостанции происходит в виде волн. Соответственно с этим аналогично понятию «световые волны» общепринято понятие «радиоволны».

Вследствие того что антенна излучает в пространство энергию и эта энергия распространяется в пространстве так же, как распространяются световые лучи, и родилось название «радио». «Радио» означает «луч». Следовательно, слово «радиопередача» означает «передача лучами».

Как для света, так и для радиоволн существуют тела «прозрачные», через которые они могут проникать, и «непрозрачные», которые задерживают их распространение. Свет и радиоволны могут отражаться и преломляться при переходе из среды с одними физическими свойствами в среду с другими физическими свойствами. Однако многие тела, непрозрачные для света, являются прозрачными для радиоволн, и наоборот. Например, радиоволны проходят сквозь стекло; в то же время верхние слои атмосферы, совершенно прозрачные для света, могут оказаться непреодолимым препятствием на пути радиоволны.

Длина волны. Длиной электромагнитной волны называется расстояние, на которое электромагнитное поле распространяется за время одного периода колебания тока в. ч. в антенне. Например, если частота переменного тока в антенне равна 1 *мггц,* то за один период, т. е. за одну миллионную долю секунды, электромагнитная волна, распространяющаяся со скоростью 300 000 *км/сек* (или 300 млн. *м/сек*), успеет пройти 300 *м* и, следовательно, длина электромагнитной волны будет равна 300 *м.*

Чем больше частота тока в. ч. в антенне радиостанции, тем короче излучаемая волна, и, наоборот, чем меньше частота, тем волна длиннее.

Полезно запомнить простые правила определения длины волны по частоте и, наоборот, частоты по длине волны.

Чтобы определить длину волны λ в метрах по известной частоте, скорость распространения волн (300 000 000 *м/сек*) нужно разделить на частоту f в герцах, т. е.

$$\lambda_{м} = \frac{300\,000\,000}{f_{гц}}.$$

Если частота дана в килогерцах или мегагерцах, то для вычисления длины волны можно пользоваться следующими формулами:

$$\lambda_{м} = \frac{300\,000}{f_{кгц}}; \qquad \lambda_{м} = \frac{300}{f_{мггц}}.$$

Для определения частоты в килогерцах или мегагерцах по известной длине волны λ можно пользоваться формулами:

$$f_{кгц} = \frac{300\,000}{\lambda_м};$$

$$f_{мггц} = \frac{300}{\lambda_м}.$$

Пример 1. Определить длины волн радиостанций центрального вещания, передатчики которых вырабатывают переменные токи с частотами 173 *кгц* и 11,83 *мггц*.

Длина волны первой радиостанции

$$\lambda_м = \frac{300\,000}{f_{кгц}} = \frac{300\,000}{173} = 1\,734 \text{ м}.$$

Длина волны второй радиостанции

$$\lambda_м = \frac{300}{f_{мггц}} = \frac{300}{11{,}83} = 25{,}36 \text{ м}.$$

Пример 2. Определить частоту радиостанции, если известно, что ее длина волны равна 31,58 *м*.

Частота

$$f_{мггц} = \frac{300}{\lambda_м} = \frac{300}{31{,}58} = 9{,}5 \text{ мггц}.$$

Диапазоны радиоволн. Радиовещательные станции работают на волнах, находящихся в пределах следующих радиовещательных диапазонов:

длинноволнового (сокращенно ДВ) — 2 000 ÷ 700 *м* (частоты 150—430 *кгц*);

средневолнового (сокращенно СВ) — 575 ÷ 187 *м* (частоты от 520 *кгц* до 1,6 *мггц*);

коротковолнового (сокращенно КВ) — примерно 75—13 *м* (частоты 4—23 *мггц*);

ультракоротковолнового (сокращенно УКВ) — 4,65 ÷ 3,95 *м* (частоты 64,5—76 *мггц*); волны этого диапазона называют часто также метровыми волнами.

Следует отметить, что советские длинноволновые радиовещательные станции используют не весь длинноволновый диапазон: они работают только на волнах длиной 2 000—1 052 *м* (на частотах 150—285 *кгц*).

Коротковолновые радиовещательные станции неравномерно распределены по указанному выше КВ диапазону: больше всего радиовещательных станций работает на волнах длиной около 19, 25, 31 и 41 *м*; имеются радиовещательные станции, работающие на волнах длиной около 49,

50 и 70 *м*. Соответственно коротковолновый радиовещательный диапазон подразделяется на 19-метровый, 25-метровый, 31-метровый и т. д.

Радиоприем. Прием радиопередач — радиоприем — заключается в том, что из пространства «улавливается» некоторое количество энергии радиоволн, излучаемой передатчиком.

Это «улавливание» осуществляется приемной антенной, которая в простейшем случае представляет собой изолированный провод, подвешенный на некоторой высоте над землей. Радиоволны, пересекая провод, индуктируют в нем переменную э. д. с. с такой же частотой, как и в антенне передатчика, т. е. отдают проводу (антенне) часть своей энергии, которая может быть обнаружена радиоприемником. Однако энергия в приемной антенне значительно меньше, чем в антенне передающей радиостанции.

Дальность действия радиовещательной станции. Дальность действия радиостанции, т. е. наибольшее расстояние, на котором могут быть приняты ее передачи, зависит от длины ее рабочей волны и от ее мощности. Дальность действия радиовещательных станций, работающих на длинных и средних волнах, зависит главным образом от мощности их передатчиков: чем больше мощность передатчика, тем бо̀льшую энергию несут его радиоволны и тем на большем расстоянии от него они могут быть приняты радиоприемником. Здесь можно провести сравнение со светом: чем ярче, мощнее источник света, тем на большем расстоянии он виден.

Передача радиостанции, работающей на короткой волне, может быть принята на расстоянии сотен и тысяч километров, но не всегда слышна на более близких расстояниях.

Долгое время считали, что полезной для передачи является только та часть излучаемой электромагнитной энергии, которая распространяется вдоль земной поверхности (так называемый поверхностный луч), а энергия, излучаемая антенной вверх, считалась бесполезно утерянной. В действительности же при передаче на коротких волнах наиболее целесообразно может быть использована именно эта излучаемая вверх и распространяющаяся в верхних слоях атмосферы энергия — так называемый пространственный луч. Энергия, излучаемая коротковолновым передатчиком вдоль земной поверхности, сильно поглощается ею и потому может быть обнаружена лишь на относительно небольших расстояниях от передатчика.

Энергия же, излучаемая вверх, распространяется в верхних слоях атмосферы в более благоприятных условиях. При определенных условиях она «отражается» от верхних слоев атмосферы обратно к земле. Это позволяет осуществить радиоприем на больших расстояниях от передающей станции.

Чтобы разобраться в причинах этого явления, познакомимся кратко с некоторыми явлениями, имеющими место при распространении радиоволн в различных слоях земной атмосферы.

Нижние слои атмосферы представляют собой электрически непроводящую среду. В этих слоях воздуха электромагнитные волны распространяются прямолинейно. В верхних же, более разреженных слоях атмосферы под влиянием лучей солнца и других причин космического характера молекулы газов распадаются на части — ионизируются. В результате из молекул образуются частицы, обладающие отрицательным зарядом (электроны), и частицы, несущие положительный заряд (ионы).

В нижних слоях атмосферы также имеет место ионизация, но так как частицы газов располагаются здесь ближе друг к другу, разъединившиеся ионы и электроны вследствие взаимного сильного притяжения тотчас же вновь соединяются, и в результате ионизация оказывается незначительной. По мере удаления от поверхности земли плотность воздуха уменьшается, а ионизация усиливается.

Электромагнитные волны, достигнув верхнего, сильно ионизированного слоя атмосферы, называемого ионосферой, искривляют свой путь. При этом искривление пути более коротких радиоволн выражается сильнее. В результате неоднократного искривления путей радиоволн (преломления) в ионосфере они в некоторой ее области начинают распространяться в направлении земной поверхности, и в том месте, где волны достигают ее, передача делается слышимой. В других местах, даже расположенных более близко к радиовещательной станции, передача может быть не слышна, так как сюда не попадают радиоволны из ионосферы. Такие области между радиопередающей станцией и местами, где ее передача слышна, носят название *зон молчания* (*мертвых зон*).

В зависимости от освещенности атмосферы солнцем, т. е. в зависимости от времени года и суток, изменяются степень ионизации ионосферы и высота расположения слоя наибольшей ионизации. В результате этих изменений условия распространения коротких волн различной длины так-

же изменяются. Так, передачи радиовещательной станции, работающей, например, на волне длиной 19 *м*, могут быть хорошо слышны в некоторых местностях только днем, но не слышны с наступлением темноты. В то же время передачи радиовещательной станции, расположенной рядом с первой, но работающей на волне 41 *м*, будет в тех же местностях хорошо слышны только вечером и ночью, но не слышны днем. В других же местностях та же станция может быть хорошо слышна в дневное время.

Явление «отражения» радиоволн от ионосферы влияет также на слышимость радиовещательных станций средневолнового диапазона и нижней части длинноволнового диапазона в разное время суток в относительно отдаленных от радиостанции местностях. В дневное время в эти районы доходят только очень небольшие количества энергии, приносимые радиоволнами, распространяющимися вдоль земной поверхности. С наступлением темноты вследствие изменений свойств ионосферы в эти местности доходит также энергия, излученная указанными радиостанциями вверх, распространяющаяся в верхних слоях атмосферы, и слышимость средневолновых станций становится более громкой.

С учетом изложенного радиовещательные передачи из Москвы и других крупных центров Советского Союза ведутся одновременно через несколько радиостанций, работающих на волнах различной длины. Волны длинноволновых радиовещательных станций, распространяющиеся вдоль земной поверхности, принимаются уверенно вблизи и на довольно больших расстояниях от радиостанций. На бо́льших расстояниях, например в различных отдаленных от Москвы областях Советского Союза, обеспечивается в любое время суток и года надежный прием той или другой московской радиовещательной станции, работающей на короткой волне.

Кроме упомянутых изменений, имеют место сравнительно кратковременные изменения состояния ионосферы. В результате этих изменений нарушаются пути распространения коротких и средних волн. Это приводит к значительным колебаниям слышимости отдельных коротковолновых и средневолновых радиовещательных станций вплоть до полного прекращения радиоприема. Эти явления носят название з а м и р а н и й.

Распространение ультракоротких волн. Ультракороткие волны (УКВ) по своим свойствам наиболее близки к све-

товым лучам. Они распространяются прямолинейно. Поэтому уверенный прием радиовещательной станции, работающей на УКВ, возможен в тех случаях, когда ее антенна и приемная антенна находятся друг относительно друга в зоне прямой видимости, т. е. когда между ними можно провести прямую линию, которая по всей своей длине не встречает каких-либо препятствий: возвышенностей, лесов, строений и т. п.

Но хороший прием УКВ станций получают нередко в несколько раз больше расстояния прямой видимости. Это объясняется тем, что путь радиоволн все же несколько искривляется, т. е. как бы «прогибается» к земле и на некотором небольшом расстоянии следует за кривизной земной поверхности. Вследствие этого расстояние, на котором возможен прием ультракоротковолнового передатчика, несколько увеличивается. Однако и с учетом этого явления надежная дальность действия радиовещательной станции, работающей на УКВ, не превышает 60—80 *км*.

Поэтому ультракоротковолновые радиовещательные станции предназначаются только для обслуживания относительно небольших расположенных вокруг них территорий.

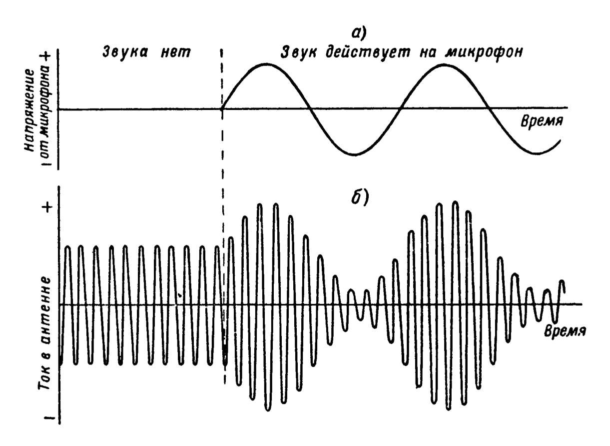
Следует отметить, что в обычных условиях ионизация верхних слоев атмосферы недостаточна для «отражения» волн ультракоротковолнового диапазона: они преломляются в ионосфере незначительно и поэтому на землю не возвращаются.

РАДИОТЕЛЕФОННАЯ ПЕРЕДАЧА

Передача радиовещательных программ на длинных, средних и коротких волнах осуществляется следующим образом.

Микрофон, находящийся в радиостудии (или в театре, концертном зале, на стадионе), соединен проводами с усилителями, расположенными на радиовещательном узле. Последние в свою очередь соединены проводами с передатчиком радиовещательной станции. Переменные токи н. ч., созданные микрофоном под действием звуковых волн и усиленные усилителями, воздействуют на амплитуду тока в. ч., поступающего от передатчика в его антенну. Когда микрофон дает ток одного направления, амплитуды тока в. ч. увеличиваются; соответственно увеличивается и излучаемая антенной электромагнитная энергия.

При изменении направления тока, создаваемого микрофоном, амплитуды тока в. ч. уменьшаются и соответственно уменьшается излучаемая антенной энергия. При этом изменения амплитуды тока в. ч. в антенне, т. е. изменения излучаемой антенной энергии, в точности следуют за изменениями тока н. ч. в цепи микрофона. Чем больше частота пере-



Фиг. 22. Графическое изображение процесса амплитудной модуляции.

даваемого звука и соответственно частота тока в цепи микрофона, тем с большей частотой изменяются амплитуды токов в. ч. в антенне.

Процесс изменения амплитуды токов в. ч. носит название **амплитудной модуляции**, а изменяющиеся по амплитуде колебания в. ч. носят название **модулированных**.

Описанный процесс показан графически на фиг. 22: кривая *а* показывает изменение величины тока, создаваемого микрофоном, а кривая *б* — как изменяются при этом амплитуды тока в. ч.

Чем громче звук перед микрофоном, тем бóльшие амплитуды электрических колебаний н. ч. поступают на радиопередатчик и тем в бóльших пределах изменяются амплитуды токов в. ч., передаваемых в антенну, или, как говорят, тем **глубже** модуляция. Глубину амплитудной модуляции выражают в процентах. Если, например, амплитуды колебаний токов в. ч. при модуляции увеличиваются и соответственно

уменьшаются на 50% по сравнению с амплитудами токов в. ч. при отсутствии звуков перед микрофоном, то глубина модуляции равна 50%.

Боковые частоты. Модулированные колебания в. ч. не представляют собой колебания только одной определенной частоты, а состоят из колебаний ряда частот. Частота одного из этих колебаний постоянна: колебания этой частоты передатчик создает и передает в антенну независимо от того, действует звук на микрофон или не действует. Эта частота носит название несущей частоты. Когда на микрофон действует звук какой-либо одной частоты, передатчик создает две другие высокие частоты, называемые боковыми частотами. Одна из них больше, а другая меньше основной частоты на число герц низкой (модулирующей) частоты, создаваемой микрофоном. Так, например, если основная частота, вырабатываемая передатчиком, равна 173 *кгц* и на микрофон действует частота 1 *кгц* (1 000 *гц*), то при амплитудной модуляции появляются боковые частоты: 173 *кгц* + 1 *кгц* = 174 *кгц* и 173 *кгц* — 1 *кгц* = 172 *кгц*. Чем больше модулирующая звуковая частота, тем больше боковые частоты отличаются от основной. Частота больше основной называется верхней боковой, а частота меньше основной — нижней боковой частотой.

Так обстоит дело только в том случае, если на микрофон действует звук одной постоянной частоты. Но мы знаем, что при радиовещании передается целая полоса низких (звуковых) частот. Следовательно, складываться с основной частотой и вычитаться из нее будут несколько частот, и мы получим целую группу боковых частот. Если, например, по радио передается полоса частот 100—10 000 *гц*, то передатчик с несущей частотой 173 *кгц* будет вырабатывать следующие частоты:

верхние боковые: от 173 000 *гц* + 10 000 *гц* = 183 000 *гц* до 173 000 *гц* + 100 *гц* = 173 100 *гц*;

несущую: 173 000 *гц*;

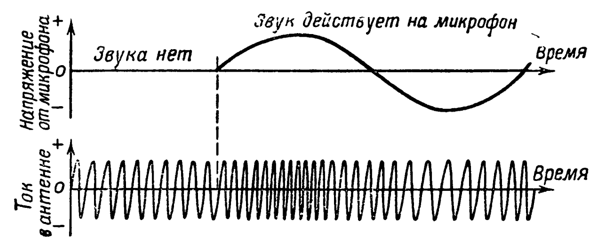
нижние боковые: от 173 000 *гц* — 100 *гц* = 172 900 *гц* до 173 000 *гц* — 10 000 *гц* = 163 000 *гц*.

При этом антенна передатчика излучает несколько волн, отличающихся друг от друга по длине. Однако всегда указывают только несущую частоту радиовещательной станции или соответствующую ей длину волны, подразумевая существование боковых частот.

Амплитуды колебаний боковых частот тем больше, чем глубже модуляция, однако они всегда меньше, чем амплитуда колебаний несущей частоты.

Частотная модуляция. На радиовещательных станциях, работающих на ультракоротких волнах, применяется так называемая частотная модуляция (сокращенно ЧМ). Процессы, происходящие при этом способе модуляции, существенно отличаются от описанных выше.

При частотной модуляции переменные токи звуковой частоты, созданные микрофоном под действием на него звуковых волн и усиленные соответствующими усилителями,



Фиг. 23. Графическое изображение процесса частотной модуляции.

воздействуют на передатчик таким образом, что изменяется частота вырабатываемых им колебаний; амплитуда же высокочастотных колебаний, а следовательно, и излучаемая антенной электромагнитная энергия во время передачи не изменяются. Когда микрофон дает ток одного направления и этот ток увеличивается, частота колебаний, посылаемых передатчиком в антенну, также увеличивается. В момент амплитудного значения тока микрофона получается самая высокая частота. Когда же ток микрофона начинает уменьшаться, частота колебаний, идущих от передатчика в антенну, также уменьшается по величине; она продолжает уменьшаться и после того, как ток микрофона изменил свое направление и увеличивается. В момент амплитудного значения тока микрофона обратного направления передатчик подает в антенну наиболее низкую частоту. Дальше частота, поступающая в антенну, снова начинает возрастать, и весь процесс повторяется, как описано выше. Описанные явления иллюстрируются фиг. 23.

Пределы отклонения частоты в антенне УКВ передатчика с частотной модуляцией возрастают с увеличением амплитуды тока, создаваемого микрофоном, т. е. с усилением действующего на него звука. При самых сильных зву-

ках частота колебаний в антенне периодически уменьшается на 50 *кгц* и увеличивается на 50 *кгц*.

Радиовещательные станции, работающие на ультракоротких волнах с частотной модуляцией, могут обеспечить лучшее качество приема, чем станции, работающие на волнах других диапазонов.

РАДИОПРИЕМ

Если электрические высокочастотные колебания в антенне радиовещательной станции обладают мощностью в десятки и сотни киловатт, то колебания в. ч., возникающие в удаленных от нее приемных антеннах, имеют мощность, составляющую миллионные доли ватта. Когда колебания в. ч. в антенне передатчика изменяются по амплитуде, вызывая соответственно изменения излучаемой энергии, радиоволны отдают приемной антенне то больше, то меньше энергии. В результате и в приемной антенне возникают модулированные токи в. ч., амплитуды которых изменяются с частотой звука, действующего на микрофон, находящийся в радиостудии.

Если взять катушку, намотанную из изолированного провода, и один конец ее обмотки присоединить к изолированному проводу, подвешенному повыше над землей, а другой конец обмотки соединить с землей, то токи в. ч., возникшие в этом проводнике (антенне), пойдут по виткам этой катушки к земле и создадут на ее концах переменное напряжение в. ч.

Если присоединить к концам катушки телефон, то переменное напряжение на катушке создаст ток в. ч. через телефон. Но при этом передача в телефоне слышна не будет, так как мембрана вследствие своей относительно большой массы не может колебаться с высокой частотой.

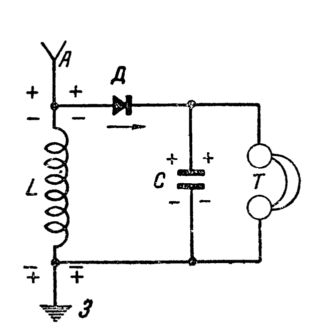
Но даже если можно было бы сделать телефон с такой легкой и подвижной мембраной, что она могла бы колебаться с высокой частотой, наше ухо таких колебаний все равно не услышало бы.

Чтобы услышать радиопередачу, последовательно с телефоном нужно включить детектор, а параллельно телефону — блокировочный конденсатор (фиг. 24).

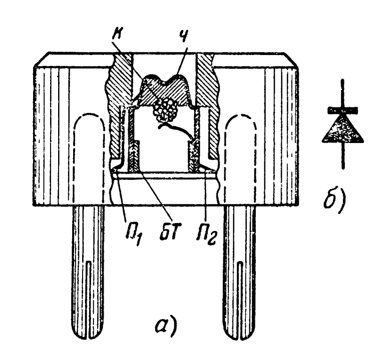
Телефон *Т*, детектор *Д* и блокировочный конденсатор *С* совместно образуют детекторный контур. В него входит также катушка *L*. Антенну *А* с заземлением *З* и включенной между ними катушкой *L* называют антен-

ным контуром. Антенный контур вместе с детекторным, объединенные или, как говорят, связанные катушкой L, образуют простейший детекторный приемник.

Устройство и действие детектора. В простейшем приемнике обычно применяют кристаллический детектор. Основными его частями являются кристалл и прикасающаяся к нему металлическая пружинка. В детекторах обычно используются кристаллы германия, сплавы кремния, алюми-



Фиг. 24. Схема простейшего радиоприемника с кристаллическим детектором.



Фиг. 25. Устройство кремниевого детектора (*а*) и его схематическое изображение (*б*).

ния и железа (так называемые кремниевые кристаллы), кристаллы свинцового блеска, пирита, халькопирита и некоторых других минералов. Контакт любого из этих кристаллов с металлом пропускает хорошо ток только в одном направлении (например, от кристалла к металлу) и почти не пропускает ток в противоположном направлении. Таким образом, детектор обладает односторонней проводимостью. Отметим, что это бывает, когда металлическая пружинка прикасается только к некоторым определенным точкам кристалла. Эти точки носят название чувствительных точек и находятся практически.

Одна из распространенных конструкций детектора показана в разрезе на фиг. 25. По внешнему виду он представляет собой штепсельную вилку, внутри которой находится металлическая чашечка *Ч* с впаянным в нее кремниевым кристаллом *К*. Чашечка с кристаллом при помощи плоской металлической пластинки $П_1$ соединена с одним из штырьков (ножек) штепсельной вилки. Другой штырек соединен с латунной пружинкой $П_2$, прикасающейся своим верхним

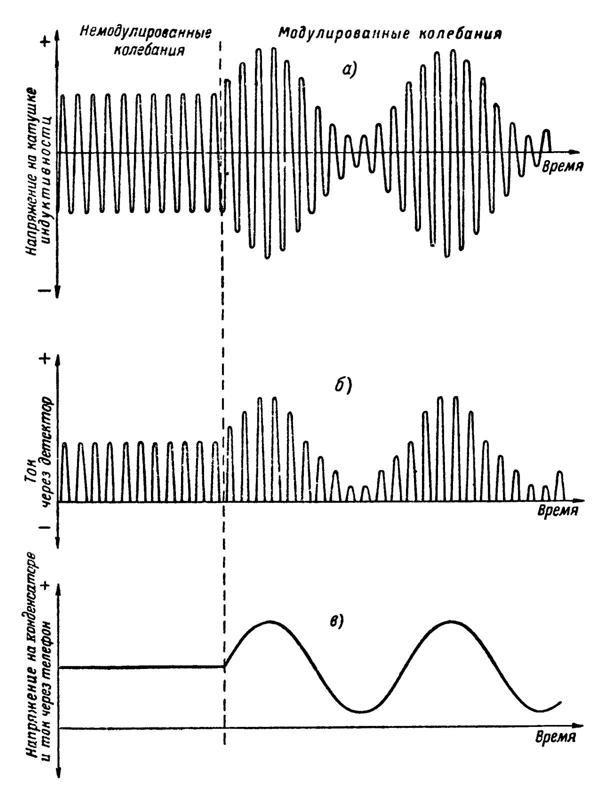
концом к кристаллу. Чашечка с верхней стороны имеет шлиц. Через отверстие в штепсельной вилке при помощи отвертки чашечку можно поворачивать, изменяя тем самым положение кристалла по отношению к пружинке $П_2$, и, таким образом, находить наиболее чувствительную точку. *БТ* — пропитанная изоляционным лаком бумажная трубочка, служащая изоляцией.

Рассмотрим, что получается, когда между катушкой *L* и телефоном *Т* включен детектор *Д* (фиг. 24). Пусть детектор пропускает ток в направлении, показанном на фиг. 24 стрелкой. Допустим, что радиовещательная станция излучает немодулированные колебания (на микрофон звуки не действуют). Когда на верхнем конце катушки будет положительный по отношению к земле потенциал, через детектор пройдет ток (фиг. 26,*б*) и зарядит верхнюю обкладку конденсатора положительно; нижняя обкладка конденсатора получит соответственно отрицательный заряд. Когда же на верхнем конце катушки будет отрицательный потенциал, детектор тока через себя не пропустит (или пропустит настолько слабый ток, что отрицательный заряд, сообщаемый верхней обкладке конденсатора, будет во много раз меньше полученного ею положительного заряда, т. е. положительный заряд не уничтожится). Во время следующего полупериода колебания высокой частоты, когда на верхнем конце катушки потенциал снова будет положительным, детектор снова пропустит ток и верхняя обкладка конденсатора получит опять положительный заряд. Таким образом, все время, пока антенна улавливает энергию радиоволн, конденсатор будет непрерывно подзаряжаться «импульсами» (кратковременными «бросками») тока, проходящими через детектор. В результате на конденсаторе все это время будет получаться почти неизменное напряжение (левая часть фиг. 26,*в*).

Однако в то же время конденсатор будет разряжаться через обмотки электромагнитного телефона, создавая в них постоянный ток. От действия этого тока мембрана телефона либо притянется, либо несколько отойдет от магнитных полюсов и останется в таком положении, пока в антенне будут существовать колебания в. ч. с неизменной амплитудой. Следовательно, телефон никаких звуков воспроизводить не будет.

Когда на микрофон радиостанции действует звук и радиовещательная станция излучает модулированные по амплитуде колебания в. ч. (правая часть фиг. 26,*а*), амплитуды тока в приемной антенне и напряжения в. ч. на концах ка-

тушки L (фиг. 24), присоединенной к антенне, изменяются. Вследствие этого соответственно изменяются по величине и импульсы тока через детектор (фиг. 26,*б*), заряжающие конденсатор. Следовательно, изменяется и ток через телефон



Фиг. 26. Графическое изображение напряжений и токов, действующих в различных цепях детекторного радиоприемника.

(фиг. 26,*в*). В результате изменений этого тока, которые, как нетрудно сообразить, происходят в такт с изменениями тока, создаваемого микрофоном, мембрана телефона колеблется и воспроизводит звуки.

Отметим, что в случае применения пьезоэлектрического телефона обычно нет необходимости применять в детекторном контуре блокировочный конденсатор C, так как пьезоэлектрический кристалл сам обладает свойствами конденсатора. Вместо него включается сопротивление для пропу-

скания через него постоянной составляющей тока, создаваемого в цепи детектора.

Когда энергия передается из одного контура в другой, говорят, что между этими контурами существует связь. В данном случае антенный контур связан с детекторным. Так как части детекторного контура непосредственно соединены с частями антенного контура, такая связь называется непосредственной связью.

При помощи описанного нами радиоприемного устройства можно принимать только близко расположенные радиовещательные станции, работающие с амплитудной модуляцией, причем громкость в телефоне получается недостаточной. Чтобы принимать такие радиовещательные станции на больших расстояниях от них с достаточной громкостью, антенну нужно настроить на волну принимаемой радиостанции.

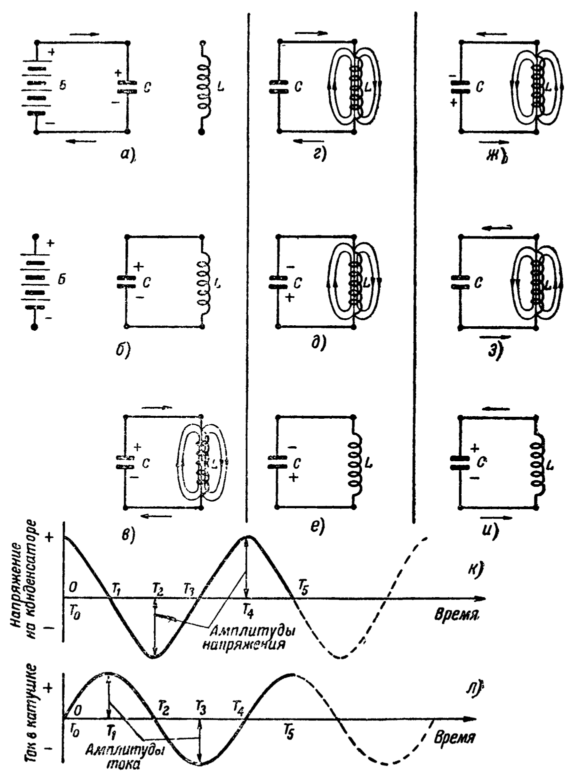
КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ КОНТУРЫ И ЯВЛЕНИЕ РЕЗОНАНСА

Колебательный разряд конденсатора. Возьмем батарею гальванических элементов *Б*, конденсатор *C* и катушку *L*. Соединим обкладки конденсатора с полюсами батареи (фиг. 27,*а*); при этом конденсатор получит от батареи заряд: верхняя его обкладка зарядится положительно, а нижняя — отрицательно. Отсоединим теперь конденсатор от батареи и присоединим его обкладки к концам катушки (фиг. 27,*б*). Такое соединение конденсатора *C* с катушкой *L* носит название замкнутого колебательного контура.

Как только мы соединим конденсатор с катушкой, он немедленно начнет разряжаться через катушку, и в ней появится ток, направление которого показано стрелками на фиг. 27,*в*. Индуктивность катушки препятствует резким изменениям тока в цепи, а следовательно, и мгновенному возникновению через нее сильного тока, т. е. мгновенному разряду конденсатора. Это объясняется тем, что возникновение и нарастание тока через катушку вызовут появление вокруг ее витков магнитного поля (его силовые линии условно показаны на фиг. 27,*в* в виде тонких линий у катушки). Это магнитное поле нарастает вместе с увеличением тока через катушку и на его образование расходуется электрическая энергия, накопленная конденсатором. Нарастание магнитного поля создает в катушке э. д. с. самоиндукции, направление которой противоположно направлению напряже-

ния на конденсаторе, вызывающего ток через катушку. Следовательно, эта э. д. с. препятствует резкому нарастанию тока через катушку.

Ток через катушку увеличивается до тех пор, пока на обкладках конденсатора существуют заряды. Это нараста-



Фиг. 27. Колебательный разряд конденсатора.

ние тока прекращается лишь в тот момент, когда конденсатор полностью разряжается, т. е. напряжение на нем становится равным нулю (фиг. 27,*г*).

Рассмотренный процесс от момента T_0 присоединения конденсатора к катушке и начала разряда конденсатора до момента T_1, когда конденсатор полностью разряжен, изображен графически на фиг. 27,*к* и *л*.

В момент T_1, когда напряжение на обкладках конденсатора приближается к нулю, ток и магнитный поток катушки достигают наибольшей величины (фиг. 27,*г*). Дальнейшее

нарастание тока в цепи невозможно, так как на конденсаторе C не существует напряжения, вызывающего этот ток: вся электрическая энергия, полученная конденсатором от батареи, израсходовалась и перешла в энергию магнитного поля катушки. Теперь ток, а следовательно, и магнитное поле начнут уменьшаться. Однако индуктивность стремится препятствовать этому. Ослабление магнитного поля, вызванное уменьшением тока, вызывает в катушке э. д. с. самоиндукции, которая стремится поддерживать ток в цепи. Так как конденсатор полностью разряжен, то этот ток вновь его заряжает, но в обратном направлении (фиг. 27,*д*). При этом ток постепенно уменьшается, а напряжение на обкладках конденсатора C, противоположное по знаку первоначальному напряжению на нем, постепенно нарастает. В момент T_2 (фиг. 27,*к* и *л*) ток прекращается, магнитное поле катушки исчезает, а конденсатор C оказывается заряженным почти до того же напряжения, что и в начале, но с обратным знаком (фиг. 27,*е*).

После этого все явления, которые имели место за время от T_0 до T_2, повторяются, но напряжения и токи имеют обратные направления (фиг. 27,*ж*, *з* и *и*), и в момент T_4 контур приходит в то же состояние, в котором он был в начальный момент T_0 (фиг. 27,*б*).

Ясно, что в этом состоянии контур не может остаться, так как конденсатор снова начнет разряжаться, а ток постепенно увеличиваться, т. е. весь процесс будет повторяться (см. пунктир на фиг. 27,*к* и *л*).

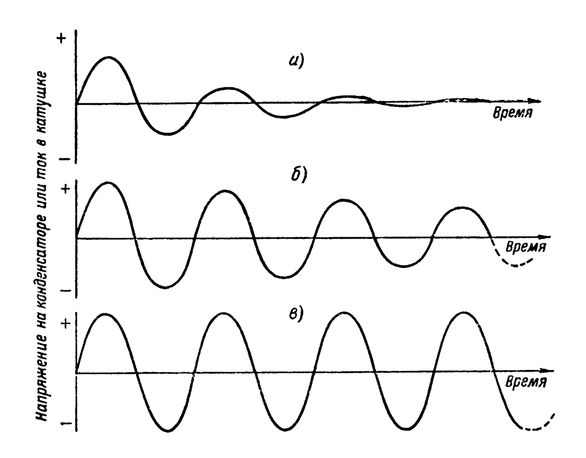
Свободные колебания. Итак, при присоединении катушки индуктивности к заряженному конденсатору напряжение на обкладках конденсатора и ток через катушку непрерывно изменяются по величине и направлению, т. е. в колебательном контуре существуют переменный ток и переменное напряжение. Создаются так называемые *свободные электрические колебания*.

Название «свободные» здесь следует понимать в том смысле, что раз возникшие в контуре колебания существуют в нем независимо ни от каких внешних причин; их существование обусловлено свойствами самого контура, равно как и частота этих колебаний обусловлена исключительно свойствами самого контура, главным образом его индуктивностью и емкостью [1].

---

[1] Частоту свободных колебаний в контуре называют собственной частотой колебаний контура.

Затухание колебаний. Всякий колебательный контур, кроме емкости и индуктивности, всегда обладает еще и некоторым активным сопротивлением, основной частью которого в большинстве случаев является сопротивление провода катушки. При прохождении через него тока часть энергии расходуется на нагрев провода. Поэтому часть электрической энергии конденсатора переходит не в магнитную, а в тепловую энергию, которая уже не может перейти в электрическую. Обратно в электрическую энергию может перейти опять-таки не вся магнитная энергия катушки, а только



Фиг. 28. Графическое изображение быстро затухающих (*а*), медленно затухающих (*б*) и незатухающих (*в*) электрических колебаний.

часть ее. Под действием переменного электрического поля изоляционные вещества в конденсаторе (диэлектрики) также нагреваются, т. е. также поглощают энергию. В результате в момент T_2 (фиг. 27,*к* и *л*) энергии в контуре меньше, чем в момент T_0, в момент T_4 меньше, чем в момент T_2, и т. д., т. е. амплитуда напряжений во время колебаний все время уменьшается. То же происходит и с амплитудами тока, т. е. амплитуда колебаний постепенно уменьшается. Такие колебания называются з а т у х а ю щ и м и, а само явление уменьшения амплитуды колебаний называется з а т у х а н и е м.

Затухающие колебания графически изображены на фиг. 28,*а* и *б*. Колебания затухают тем медленнее, чем мень-

ше энергии теряется на нагревание проводников контура, т. е. чем меньше его активное сопротивление.

Апериодический контур. Если потери энергии в контуре велики, то уже во время первого разряда конденсатора вся запасенная в нем электрическая энергия перейдет в тепловую и конденсатор не сможет зарядиться зарядом противоположного знака. Вместе с окончанием первого заряда конденсатора прекратится и ток в контуре, т. е. колебания в нем не возникнут. Такой контур называется апериодическим.

Незатухающие колебания. Для радиосвязи и радиовещания обычно используются только незатухающие колебания в. ч., т. е. такие, амплитуда которых не уменьшается во времени (фиг. 28,*в*). Незатухающие колебания в контуре можно получить в том случае, если периодически восполнять убыль энергии в нем, что осуществляется при помощи электронных ламп.

Процессы, происходящие в замкнутом колебательном контуре, можно сравнить с качанием качелей. Если только раз толкнуть качели, то они начнут качаться, но размах их колебаний (амплитуда) будет постепенно уменьшаться, и в конце концов они остановятся. Этот случай соответствует затухающим колебаниям. Если же периодически с определенной силой подталкивать качели, то можно добиться того, что они будут качаться непрерывно с одинаковым размахом. Этот случай соответствует незатухающим колебаниям.

Частота и период колебаний в контуре. Период и частота свободных или, как говорят, собственных колебаний в колебательном контуре зависят от величин входящих в этот контур емкости и индуктивности. Чем больше емкость конденсатора, тем больше времени требуется на то, чтобы он полностью разрядился. С другой стороны, чем больше индуктивность контура, тем медленнее нарастает ток в контуре и тем медленнее происходит разряд конденсатора. Следовательно, как увеличение индуктивности, так и увеличение емкости увеличивают продолжительность периода и соответственно уменьшают частоту свободных колебаний в контуре. Частота f в герцах и период T в секундах свободных колебаний контура определяются приближенными формулами:

$$f = \frac{1}{6{,}28\sqrt{LC}}\ \text{гц};$$

$$T = 6{,}28\sqrt{LC}\ \text{сек.},$$

где L — индуктивность катушки в генри и C емкость конденсатора в фарадах[1].

Изменяя величины индуктивности катушки и емкости конденсатора, можно изменять частоту свободных колебаний в контуре. Изменение этих величин с целью получения желательной частоты носит название настройки контура на данную частоту.

Антенна — открытый колебательный контур. Антенну можно рассматривать как конденсатор, одной обкладкой которого является антенный провод, а другой обкладкой — земля или крыша, над которой этот провод подвешен. Можно считать, что каждый метр антенного провода в среднем обладает по отношению к земле емкостью приблизительно 5 *пф*.

Обратимся к фиг. 24. Из нее следует, что антенна *А* и земля *З* присоединены к концам катушки *L*, т. е. емкость между антенным проводом и землей включена параллельно катушке. Следовательно, антенный контур, составленный катушкой с присоединенными к ней антенной и заземлением, является колебательным контуром. Такой контур носит название открытого колебательного контура. В нем могут возникать электрические колебания, как и в замкнутом колебательном контуре.

Необходимо отметить, что антенный провод, помимо емкости, обладает также и индуктивностью. Поэтому собственная частота открытого колебательного контура зависит от индуктивности включенной в него катушки, от индуктивности антенного провода и емкости между ним и землей.

Вынужденные колебания. Выше отмечалось, что радиоволны, пересекающие провод антенны, возбуждают в нем колебания с той же частотой, что и в антенне радиовещательной станции. Очевидно, что частота этих колебаний может отличаться от собственной частоты открытого колебательного контура — антенны. Такие колебания называют вынужденными колебаниями. Изменяя индуктивность катушки или емкость конденсатора контура, можно

---

[1] Генри — основная единица индуктивности, а фарада — основная единица электрической емкости. В колебательных контурах радиоприемников, работающих на средних и длинных волнах, применяются катушки, обладающие индуктивностью в сотни и тысячи микрогенри (микрогенри — миллионная доля генри), и конденсаторы емкостью в десятки, сотни или тысячи пикофарад (пикофарада — миллионная доля микрофарады, а микрофарада миллионная доля фарады).

добиться, что его собственная частота будет равна частоте вынужденных колебаний. В этом случае говорят, что контур настроен на данную частоту вынужденных колебаний или настроен в резонанс с колебаниями, которые возникают в антенне под действием проходящих радиоволн.

Мы знаем, что каждой частоте соответствует определенная длина волны, поэтому вместо выражения «контур настроен в резонанс на такую-то частоту» часто применяют выражение «контур настроен в резонанс на такую-то волну».

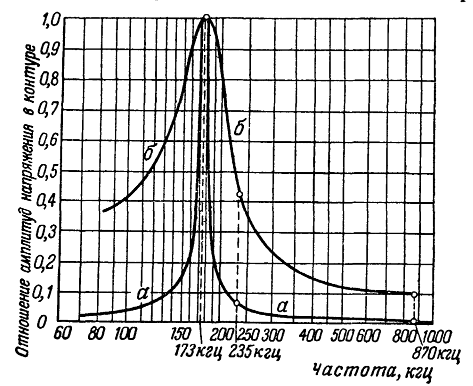
При настройке антенного контура точно в резонанс с приходящими колебаниями амплитуды напряжений в. ч. на катушке (фиг. 24) получаются бо́льшими, чем при отсутствии настройки. Соответственно получаются больший ток через детектор и более громкая слышимость в телефоне. Чем меньше общее сопротивление проводов антенны и катушки, тем меньше потери энергии в них, тем бо́льшая амплитуда колебаний в. ч. будет на катушке.

Настроив антенный контур, например, на частоту 173 *кгц* (длина волны 1 734 *м*), на которой работает радиостанция, передающая первую программу центрального вещания, мы получим громкую слышимость передачи этой станции. Если в то время будет работать Ленинградская радиостанция на частоте 235 *кгц* (длина волны 1 271 *м*), то излучаемые ею радиоволны также будут возбуждать в приемной антенне переменные токи с частотой 235 *кгц*. Но так как колебательный контур не настроен на частоту 235 *кгц*, токи с этой частотой будут слабее токов с частотой 173 *кгц*. Поэтому передача Ленинградской радиовещательной станции не будет слышна или будет слышна очень слабо. Если же настроить антенный контур на частоту 235 *кгц*, уменьшив, например, индуктивность катушки, то благодаря резонансу в антенне получится наиболее сильный ток именно этой частоты и громко будет слышна передача станции, работающей на этой частоте (на волне 1 271 *м*). Передача станции на частоте 173 *кгц* (на волне длиной 1 734 *м*) не будет слышна (или будет слышна очень слабо), так как контур расстроен относительно этой частоты. Отметим, что такое соотношение токов различных частот в антенне будет иметь место в тех местностях, где передачи обеих станций создают электромагнитные поля одинаковой напряженности.

Чем значительнее отличаются частота колебаний, возбуждаемых приходящими волнами, от собственной частоты колебательного контура, тем меньше амплитуда этих коле-

баний. С другой стороны, амплитуда колебаний, на которые контур не настроен в резонанс, будет тем меньше по сравнению с амплитудой колебаний, на которые контур настроен в резонанс, чем меньше сопротивление контура.

Избирательность контура. Зависимость между частотой колебаний и током в двух различных колебательных контурах показана на фиг. 29. Такие кривые носят название кривых резонанса или кривых избирательности колебательного контура. Кривая *а* характеризует изменение тока в. ч. в контуре со сравнительно малым сопротивлением,



Фиг. 29. Кривые резонанса колебательных контуров, настроенных на частоту 173 *кгц*.

а кривая *б* — изменение тока в. ч. в контуре с большим сопротивлением. Из этих кривых видно, что чем ближе частота вынужденных колебаний к собственной частоте контура, тем больше амплитуда тока этой частоты в контуре. Кривая *а* показывает, что если контур с малым сопротивлением настроен в резонанс с колебаниями станции центрального вещания первой программы, работающей на частоте 173 *кгц*, то Ленинградская радиовещательная станция, работающая на частоте 235 *кгц*, будет создавать в этом контуре ничтожно малые токи, т. е. передача этой станции почти не будет слышна.

Из этой же кривой *а* на фиг. 29 следует, что передача радиостанции, передающей на частоте 870 *кгц* (длина волны 344 *м*) третью программу центрального вещания, практически не будет слышна. Кривая *б* на фиг. 29 показывает, что хотя в колебательном контуре с большим сопротивлением, настроенным на ту же частоту 173 *кгц*, ток этой частоты и будет наибольшим, но и ток с частотой 235 *кгц* также будет

значительным. Следовательно, одновременно с передачей радиостанции центрального вещания первой программы будет слышна с несколько меньшей громкостью и передача Ленинградской радиовещательной станции.

Итак, при помощи контура с малым сопротивлением мы можем, настраивая его на желательную станцию, одновременно избавляться или, как говорят, отстраиваться от прослушивания других станций, работающих на других частотах. Контур с большими потерями при настройке на определенную радиовещательную станцию не обеспечивает отстройки от других станций, и эти станции создают помехи радиоприему. Такой контур называют контуром с тупой настройкой или контуром с плохой избирательностью. В отличие от него контур с резонансной кривой типа *a* называют контуром с острой настройкой или контуром с хорошей избирательностью.

Чтобы открытый колебательный контур обладал хорошей избирательностью, т. е. чтобы его общее сопротивление было по возможности малым, антенна делается из медного провода, по возможности большого диаметра; катушка также наматывается из медного провода.

Прием передач отдаленных станций вблизи мощной радиовещательной станции обычно всегда сопровождается более или менее значительными помехами со стороны последней. Это объясняется тем, что волны близко расположенной радиостанции возбуждают в приемной антенне токи, значительно бо́льшие, чем токи, возбужденные волнами отдаленной станции, даже если антенный контур настроен в резонанс на частоту последней. В этих случаях для отстройки от близкой станции приходится принимать специальные меры.

Дальность приема на детекторный приемник. Если антенный контур детекторного приемника не настроен в резонанс, то на него можно принимать передачи мощных радиовещательных станций в лучшем случае на расстоянии порядка десятка километров. При настройке же антенного контура в резонанс передачи мощных московских длинноволновых радиостанций можно с удовлетворительной громкостью слушать на расстояниях до 1 000—1 500 *км* от Москвы, а с небольшой громкостью — на еще бо́льших расстояниях. Передачи менее мощных областных радиовещательных станций при настройке контура в резонанс можно слушать на расстояниях в сотни километров.

Необходимо отметить, что на детекторный приемник можно слушать только передачи радиостанций с амплитудной модуляцией. Прием передач радиостанций, работающих на ультракоротких волнах с частотной модуляцией, на детекторный приемник по рассмотренной выше схеме невозможен, так как его детектор не способен преобразовывать высокочастотные колебания, модулированные по частоте, в колебания звуковой частоты. Для приема таких радиовещательных станций нужен приемник с электронными лампами, построенный по специальной схеме.

АТМОСФЕРНЫЕ И ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ПОМЕХИ РАДИОПРИЕМУ И БОРЬБА С НИМИ

Кроме помех от радиостанций, прием которых нежелателен, большой вред радиоприему приносят атмосферные и индустриальные (промышленные) помехи в виде шумов, тресков и щелчков, от которых избавиться часто очень трудно, а иногда и совсем невозможно.

Атмосферные помехи. В окружающей землю атмосфере непрерывно происходят различные электрические процессы: электризация облаков, грозовые разряды и т. п. При этом создаются электромагнитные волны, которые, распространяясь в пространстве, достигают приемных антенн и возбуждают в них колебания различных частот, в результате чего в телефонах радиоприемников слышны трески, щелчки и шумы. От грозовых разрядов, происходящих в непосредственной близости от приемной антенны, в последней могут возникнуть очень большие токи, способные повредить (пережечь) сравнительно тонкий провод катушки индуктивности приемника и вывести из строя другие его детали. Поэтому при приближении грозы всегда нужно отсоединять приемник от антенны и соединять ее с землей через грозопереключатель.

Индустриальные помехи. Эти помехи, называемые еще промышленными помехами, наблюдаются в местностях, где работают электростанции, электродвигатели, приводящие в действие сельскохозяйственные и другие машины, киноустановки, телеграфные и другие аппараты электрической связи, медицинские электроприборы, электросварочные аппараты, электрические звонки и т. п. Системы электрического зажигания автомобилей и тракторов также создают помехи радиоприему.

Почему же возникают индустриальные помехи? При работе многих электрических устройств в их цепях, обладаю-

щих индуктивностью и емкостью, могут возникнуть электрические колебания в. ч., подобно тому как возникают колебания в замкнутом колебательном контуре. Колебания в. ч. возникают, когда в электроустановке имеются размыкающиеся и замыкающиеся электрические контакты, на которых получается искрение. Так, например, помехи в виде коротких щелчков часто слышны на радиоприемник в моменты включения и выключения электрического выключателя или если имеется неплотный контакт между гнездами штепсельной розетки и штепсельной вилкой настольной лампы или какого-либо электрического прибора (например, утюга, чайника). Сильные помехи радиоприему создаются вследствие искрения между щетками и коллекторами генераторов электрических станций и электродвигателей.

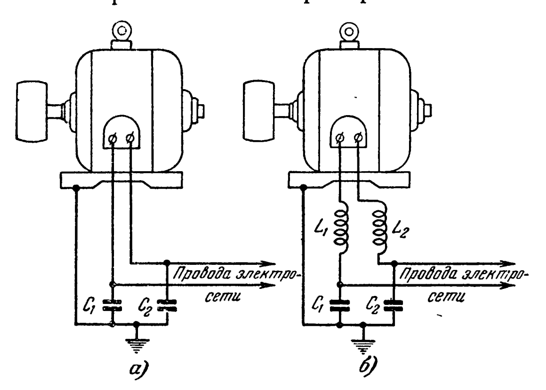
Посмотрим, какими путями вредные колебания в. ч., возникающие в электрических установках, могут попасть в радиоприемник. Эти колебания поступают в провода, по которым подводится питающий электроустановки электрический ток. Если к тем же проводам присоединен сетевой (ламповый) радиоприемник, то колебания в. ч. могут проникнуть в него прямо по указанным проводам. Таким путем помехи могут проникать в радиоприемники, находящиеся на расстоянии нескольких километров от установки, создающей помехи.

Соединенные с электроустановками воздушные провода, когда по ним текут токи в. ч., служат своеобразными излучающими антеннами для помех. В результате в окружающем их пространстве возникают вредные электромагнитные волны. Они возбуждают в приемных антеннах токи в. ч. и тем самым создают трески и шумы в телефонах и громкоговорителях радиоприемников. Таким путем создаются помехи радиоприему на приемниках всех типов. Отметим, что помехи радиоприему, возникающие вследствие излучения проводов электросетей, на расстояниях в несколько десятков и сотен метров от электроустановок, создающих помехи, обычно уже не наблюдаются. Только излучение, вызванное работой электросварочных аппаратов и подобных им устройств, может создать помехи радиоприему на расстояниях в несколько километров.

Устранение индустриальных помех. Борьба с индустриальными помехами радиоприему может дать существенные результаты, если она направлена непосредственно на устранение причин их возникновения. В частности, помехи всегда уменьшаются, если устранить искрение на коллек-

торе электрического генератора или электродвигателя или в контактах других электроприборов. Можно устранить помехи, если преградить путь токам в. ч. из создающей их электроустановки в подключенные к ней провода.

Проще всего это сделать, включив параллельно зажимам устройства, создающего помехи, два конденсатора и общую точку соединения этих конденсаторов заземлить. На фиг. 30,*а* показано для примера подключение конденсаторов C_1 и C_2 к зажимам электрического генератора или двигателя. Эти

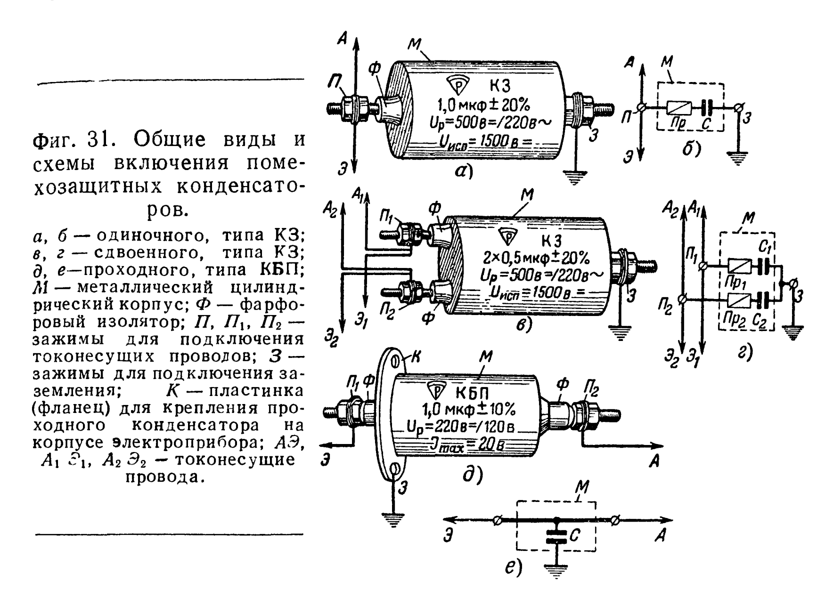


Фиг. 30. Принципиальные схемы подключения помехозащитных конденсаторов (*а*) и включения помехозащитных фильтров (*б*) к электрическому генератору или электродвигателю.

конденсаторы называются **помехозащитными**. Они имеют емкость 0,05—2 *мкф* и поэтому обладают малым сопротивлением для токов в. ч. Поэтому высокочастотный ток, возникший в электрическом двигателе, генераторе или другом электрическом устройстве, почти полностью проходит через помехозащитные конденсаторы и только небольшая его часть ответвляется в электрические провода. Если основной ток в проводах (вырабатываемый генератором или питающий электродвигатель) постоянный, то он не проходит через конденсаторы. Если же в электросети ток переменный, то через конденсаторы проходит небольшой ток, так как для этого тока, имеющего небольшую частоту (50 *гц*), конденсаторы указанной емкости представляют сравнительно значительное сопротивление. Таким образом, здесь помехозащитные конденсаторы работают примерно так же, как блокировочные конденсаторы в детекторных приемниках.

Наша промышленность выпускает специальные помехозащитные конденсаторы типа КЗ. На фиг. 31,*а* и *б* приве-

ден общий вид одного из таких конденсаторов и показана схема его включения. К зажиму *П* подключается электрический провод *АЭ*. Его конец *Э* подсоединен к электросети, а конец *А* — к электрическому аппарату (прибору), создающему помехи. К зажиму *З* подключается заземление. Необходимо применять столько таких конденсаторов, сколько проводов подходит к данному электроаппарату.



Фиг. 31. Общие виды и схемы включения помехозащитных конденсаторов.

а, *б* — одиночного, типа КЗ; *в*, *г* — сдвоенного, типа КЗ; *д*, *е*—проходного, типа КБП; *М* — металлический цилиндрический корпус; *Ф* — фарфоровый изолятор; *П*, $П_1$, $П_2$ — зажимы для подключения токонесущих проводов; *З* — зажимы для подключения заземления; *К* — пластинка (фланец) для крепления проходного конденсатора на корпусе электроприбора; *АЭ*, $А_1Э_1$, $А_2Э_2$ — токонесущие провода.

Помехи от электрического аппарата, к которому подходят два провода, удобно устранять при помощи сдвоенного конденсатора, заключенного в общий кожух (фиг. 31,*в* и *г*). К его зажимам $П_1$ и $П_2$ подключаются сетевые провода $А_1Э_1$ и $А_2Э_2$, а к зажиму *З* — заземление.

Помехозащитные конденсаторы следует выбирать таким образом, чтобы их рабочее напряжение U_p было не меньше напряжения, действующего в электросети.

В корпусах помехозащитных конденсаторов обычно содержатся плавкие предохранители (*Пр*, $Пр_1$, $Пр_2$ на фиг. 31,*б* и *г*), которые перегорают в случае неисправности конденсатора и предохраняют, таким образом, сеть от короткого замыкания.

Хорошо устраняют помехи так называемые п р о х о д н ы е конденсаторы типа КБП. Одна из конструкций и схема

включения такого конденсатора показаны на фиг. 31,*д* и *е*. При помощи металлической пластины *К* конденсатор закрепляется в отверстии металлического корпуса электрического аппарата. Конденсатор типа КБП имеет металлический стержень, расположенный по его оси. К одному концу стержня $П_1$ присоединяется провод электросети, а второй конец стержня соединяется с электроаппаратом, создающим помехи. Ток, питающий электроаппарат, проходит по этому стержню. Одна обкладка конденсатора соединена со стержнем, а вторая — с металлическим корпусом конденсатора. Через корпус электроаппарата корпус проходного конденсатора заземляется. Проходные конденсаторы нужно включать во все провода, подводящие ток.

Отметим, что заземление корпуса электроаппарата (электроприбора) создающего помехи, во всех случаях ведет к ослаблению помех радиоприему.

Кроме конденсаторов, в каждый провод включают часто еще по катушке индуктивности L_1 и L_2, как показано на фиг. 30,*б*. Такие катушки представляют собой значительное сопротивление для токов в. ч. и поэтому уменьшают возможность их проникновения в провода электросети. Катушки индуктивности совместно с конденсаторами образуют помехозащитные фильтры. Последние лучше ослабляют помехи радиоприему, чем одни только конденсаторы (фиг. 30,*а*). Катушки индуктивности фильтров должны быть сделаны из достаточно толстого провода, чтобы они не нагревались от прохождения по ним тока, питающего электроустройство. Такие катушки обычно снабжают сердечниками собранными из пластинок специальной стали.

При отсутствии специальных помехозащитных конденсаторов можно применять конденсаторы обычных конструкций с соответствующими емкостями и рабочими напряжениями.

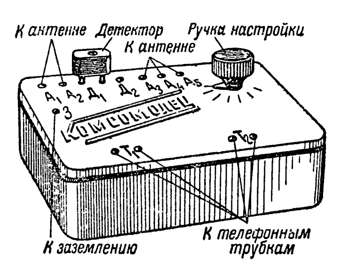
Специальным постановлением правительства запрещено дальнейшее изготовление электрооборудования без помехозащитных устройств. Однако в эксплуатации находится еще немало электроустановок, создающих помехи радиоприему.

Радиолюбители могут оказать большую помощь в деле введения в эти электроустановки помехозащитных устройств и тем самым во многих случаях устранить или уменьшить помехи радиоприему.

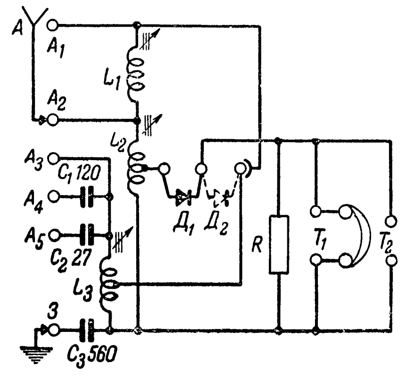
Следует отметить, что при приеме радиостанций, работающих на ультракоротких волнах, атмосферные помехи отсутствуют, а из индустриальных помех ощущаются только помехи от систем зажигания автомобилей и тракторов.

ДЕТЕКТОРНЫЙ ПРИЕМНИК «КОМСОМОЛЕЦ»

Общий вид распространенного детекторного приемника типа «Комсомолец» показан на фиг. 32, а на фиг. 33 приведена его принципиальная схема. В приемнике имеются три катушки с различной индуктивностью L_1, L_2 и L_3. В зависимости от того, на какой волне предполагается принимать радиовещательную станцию, в антенный контур включается та или иная катушка.

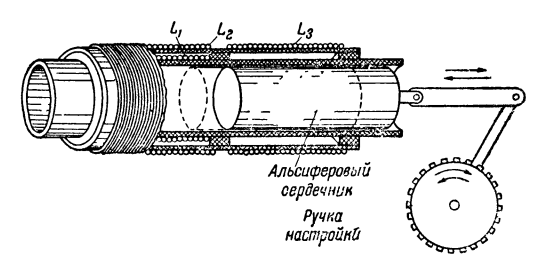


Фиг. 32. Общий вид детекторного приемника „Комсомолец".



Фиг. 33. Схема детекторного приемника „Комсомолец".

Катушка L_1 намотана медным проводом в эмалевой изоляции на картонной трубке (каркасе) (фиг. 34). Поверх обмотки катушки L_1 надета вторая картонная трубка, на которой намотана таким же проводом катушка L_2. Катушка L_3,



Фиг. 34. Катушки детекторного приемника „Комсомолец".

имеющая наименьшее число витков, намотана на отдельной трубке, надетой поверх трубки с катушкой L_1. Внутри средней трубки может передвигаться посредством рычага с ручкой сердечник цилиндрической формы из особого материала.

Если внутрь катушки поместить сердечник из какого-либо материала, содержащего железо, индуктивность катушки увеличивается. При выдвигании этого сердечника из катушки индуктивность ее соответственно уменьшается. Настраивать контур с сердечниками из железа или стали нельзя, так как такие материалы создают большие потери энергии в магнитном поле в. ч., обусловливаемые тем, что значительная часть энергии магнитного поля при быстрых перемагничиваниях сердечника переходит в тепло.

Советские специалисты изобрели особый материал, который, изменяя индуктивность катушки, почти не вносит потерь. Этот материал, называемый альсифером, представляет собой размельченный в мелкий порошок сплав железа, кремния и алюминия. Его смешивают с пластмассой и спрессовывают в форме цилиндриков. Из альсифера и сделан подвижный сердечник приемника «Комсомолец».

В штепсельное гнездо приемника, обозначенное на схеме (фиг. 33) буквой *З*, включается при помощи однополюсной штепсельной вилки проводник от заземления. В гнезда, обозначенные буквами T_1 и T_2, могут быть включены одна или две пары телефонов.

Для приема станций, работающих на волнах длиной примерно 2 000—1 100 *м*, штепсельная ножка антенного провода вставляется в гнездо с обозначением A_1, а детектор — в левое и среднее гнездо (с обозначением $Д_1$ фиг. 32 и 33). При этом в антенный контур оказываются включенными две последовательно соединенные катушки L_1 и L_2, обладающие совместно относительно большой индуктивностью. Напряжение в. ч. на детекторный контур подается при этом с части витков катушки L_2.

Для приема станций, работающих на волнах примерно 1 200—670 *м*, штырек антенного провода переставляется в гнездо с обозначением A_2. При этом в антенный контур остается включенной только катушка L_2.

Для приема станций, работающих на волнах примерно 800—470 *м*, детектор нужно переставить в среднее и правое гнезда (с обозначением $Д_2$), а антенный штырек перенести в гнездо A_3. При этом в антенный контур включается катушка L_3, а детектор оказывается присоединенным к отводу от промежуточного витка катушки L_3. Штырек детектора, входящий в правое гнездо, имеющее специальную конструкцию, соединяет гнездо A_1 с отводом катушки L_3, вследствие чего катушки L_1 и L_2 оказываются включенными параллельно части витков катушки L_3.

Подключение детектора к промежуточному витку работающей катушки производится из следующих соображений. При соединении детектора непосредственно с антенной (фиг. 24) детекторный контур забирает из антенного контура много энергии, т. е. вносит в него значительные потери. При этом получается тупая настройка. Улучшить остроту настройки можно путем уменьшения энергии, отдаваемой колебательным контуром детекторному контуру. Практически это и осуществляется присоединением детектора к одному из витков, более близких к земле (фиг. 33). При этом на детекторный контур поступает только часть напряжения в. ч., возникающего на катушке, приходящаяся на витки, включенные между детектором и заземлением. Соответственно уменьшается и энергия, идущая из колебательного в детекторный контур; «потери» в колебательном контуре уменьшаются, а его избирательность (острота настройки) улучшается и слышимость станций, мешающих приему, ослабевает. Правда, при этом может несколько уменьшиться и слышимость передачи нужной станции, но в значительно меньшей степени, чем слышимость станций, создающих помехи.

При приеме радиостанций, работающих на волнах еще меньшей длины, используется та же катушка L_3 (детектор включен в правое и среднее гнезда) и дальнейшее укорочение собственной длины волны антенного контура достигается включением конденсатора C_1 или C_2 между антенным проводом и верхним концом катушки L_3. При таком включении конденсаторов, носящем название последовательного, общая емкость антенного контура будет меньше емкости антенны по отношению к земле и меньше емкости включенного конденсатора. Вследствие этого и получается возможность настройки антенного контура на волны меньшей длины, чем при непосредственном соединении антенны с катушкой L_3, когда антенна включена в гнездо A_3.

Для приема радиостанций, работающих на волнах примерно 570—340 *м*, антенна включается в гнездо A_4; при этом включается последовательно конденсатор C_1 с емкостью 120 *пф*. Для приема радиостанций, работающих на волнах примерно 330—250 *м*, антенна включается в гнездо A_5; в этом случае включается конденсатор C_2 с емкостью 27 *пф*.

Конденсатор C_3 остается включенным последовательно в антенный контур при приеме на всех волнах. Его роль сводится к уменьшению емкости антенного контура. Это обеспе-

чивает почти неизменную настройку антенного контура при различной длине приемной антенны.

После того как антенна и детектор включены в соответствующие гнезда, производится точная настройка антенного контура приемника на волну станции. Для этого, вращая расположенную на верхней крышке приемника ручку, передвигают внутри катушек альсиферовый сердечник до получения наилучшей слышимости передачи.

В заключение отметим, что приемники «Комсомолец» выпускались несколькими промышленными предприятиями, причем некоторые из этих предприятий делали приемники другого внешнего вида и по несколько видоизмененной принципиальной схеме. Так, например, если к приемнику прилагается не пьезоэлектрический, а электромагнитный телефон, то вместо сопротивления R (фиг. 33) в схеме имеется блокировочный конденсатор.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

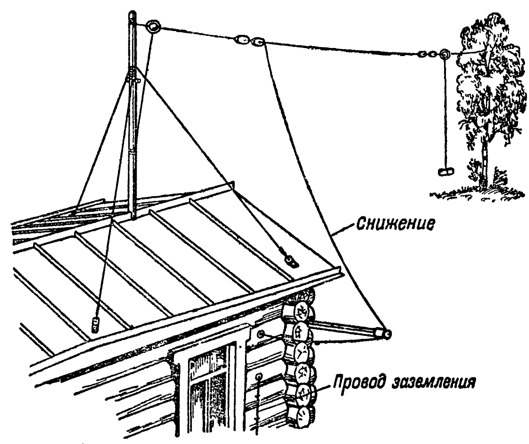
ПРИЕМНЫЕ АНТЕННЫ

ВЫБОР МЕСТА ДЛЯ АНТЕННЫ

Для приемников обычно устраивают Г-образные антенны. Такая антенна состоит из горизонтального (или слегка наклонного) провода, подвешиваемого на высоте 10—15 *м* над землей, и «снижения» — провода, свисающего с одного из концов горизонтального провода. Конец провода снижения вводится в дом, где установлен радиоприемник. Длина горизонтальной части антенны, предназначаемой для детекторного приемника, должна быть 25—40 *м*, а для лампового 15—25 *м*. Чем дальше находится место приема от радиовещательных станций, тем выше следует подвешивать антенну. Соответственно длиннее получается и снижение. Если антенна располагается среди строений и деревьев, то желательно, чтобы ее горизонтальная часть была выше их.

Прежде всего нужно найти две точки на местности, между которыми можно свободно подвесить горизонтальный провод антенны. Ее можно укрепить на высоких деревьях или мачтах (шестах), установленных на крышах домов или на земле. Одна из этих точек должна быть на доме или около дома, в котором устанавливается радиоприемник. Если около дома нет высоких предметов, то на крыше устанавливается мачта высотой 5—8 *м* (фиг. 35). К ней прикрепляет-

ся один конец антенны. Второй конец антенны должен быть закреплен на расстоянии 30—50 *м* от дома на дереве или мачте, устанавливаемой на крыше другого дома или на земле. Вторая мачта должна иметь такую высоту, чтобы место закрепления второго конца антенны было примерно на одной высоте с местом закрепления первого конца антенны.



Фиг. 35. Установка мачты на коньке крыши и подвеска Г-образной антенны.

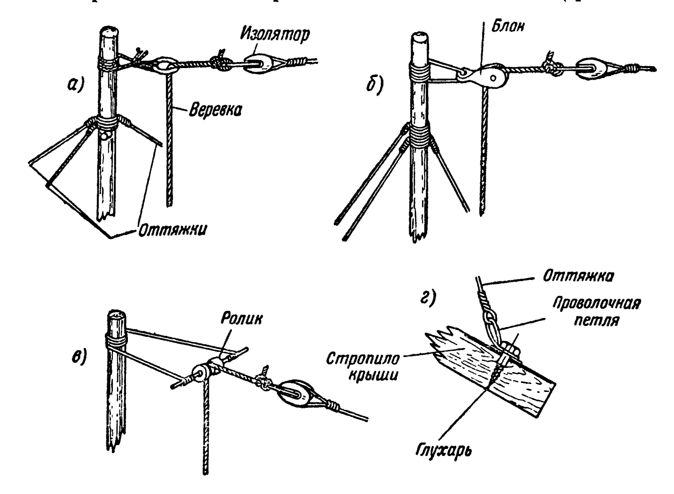
При выборе второй точки подвески антенны нужно руководствоваться следующими данными:

1. Антенну лучше располагать над поверхностью земли, а не над крышами домов и других строений и деревьями.
2. Запрещается подвешивать антенну над проводами электрического освещения, телефонными, телеграфными и другими проводами.
3. Горизонтальную часть антенны следует по возможности располагать перпендикулярно к указанным проводам и возможно дальше от них. Это уменьшит помехи радиоприему.

МАЧТЫ ДЛЯ ПОДВЕСА АНТЕННЫ

Установка мачты на крыше. Для установки мачты на крыше дома нужен шест высотой 5—8 *м*. Диаметр его у основания должен быть не меньше 8—10 *см*, на верхнем конце — не меньше 5—8 *см*. Кроме того, нужно запастись стальной (железной) проволокой диаметром около 3 *мм*. При установке мачты на железной крыше нужно еще иметь три-четыре стальных глухаря, крюки или костыли.

Отступая примерно на полметра от верхушки шеста, к нему нужно прочно прикрепить три или четыре проволочные оттяжки. Чтобы концы оттяжек не сползали вниз по шесту, под местом их крепления в шесте следует сделать хомут из нескольких рядов туго навитой проволоки. Выше места крепления оттяжек к шесту привязывается прочное кольцо из любого материала или блок (фиг. 36,*а* и *б*). Последний может быть сделан из большого ролика, предназначенного для проводки электрического освещения (фиг. 36,*в*).



Фиг. 36. Детали крепления кольца блока, ролика и оттяжек к мачте и крыше.

В случае, если мачта устанавливается на коньке железной крыши, в нижнем торце мачты делают пропил, по ширине равный толщине ребра конька, и обматывают нижний конец мачты проволокой (чтобы она не раскололась). Желательно на крыше укрепить кусок доски с гнездом по диаметру мачты и в него установить мачту.

Симметрично с намеченным местом установки мачты в стропила крыши ввинчиваются глухари, у которых делаются проволочные петли (фиг. 36,*г*). Вместо глухарей можно вбить костыли, большие гвозди или ввернуть крючья.

Через укрепленный в верхней части мачты блок или кольцо нужно пропустить веревку (или гибкий металлический трос), проверить, достаточно ли свободно она протягивается взад и вперед через блок (кольцо), и привязать оба конца веревки к нижней части мачты.

Выполнив все эти подготовительные работы, можно приступить к установке мачты. При этом нужно работать вдвоем, а если шест тяжелый,— то и втроем. Мачта устанавливается по возможности строго вертикально. Пока один человек поддерживает ее в таком положении, другой закрепляет концы оттяжек в проволочных петлях глухарей или на костылях. Нижний конец мачты может быть укреплен к крыше гвоздями. После того как мачта установлена, необходимо тщательно заделать повреждения, которые были причинены крыше. Все места железной крыши, где сквозь нее проходят болты, костыли или крюки, а также место установки самой мачты необходимо тщательно промазать густым суриком или масляной краской. При деревянной или толевой крыше все эти места должны быть просмолены.

В случае установки тяжелой мачты большого диаметра на ненадежной по прочности крыше нижний конец мачты должен быть пропущен сквозь крышу и закреплен на чердаке. Место прохода мачты сквозь крышу должно быть тщательно заделано.

Привязывание мачт и оттяжек к дымовым и вентиляционным трубам, слуховым окнам, стойкам телефонных и радиотрансляционных линий существующими техническими правилами запрещается; не допускается также заделывать концы оттяжек у водосточных желобов.

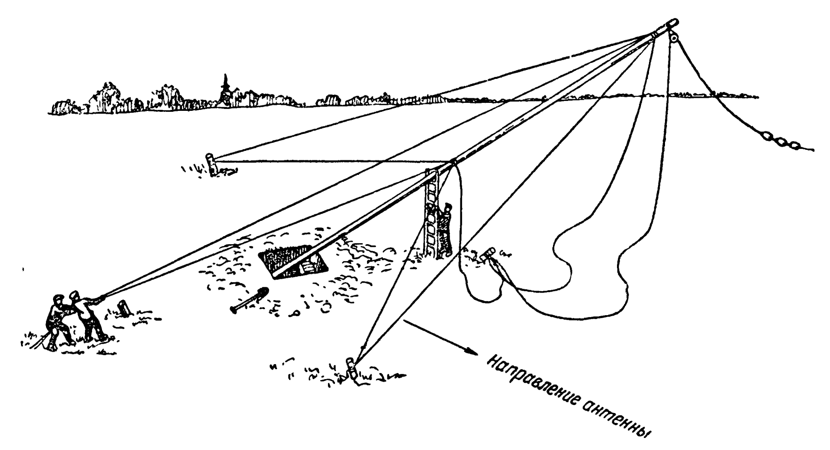
Установка мачты на земле. Мачта, устанавливаемая на земле, должна иметь у основания диаметр не менее 10—20 *см* и в вершине — 8 15 *см*. Блок и оттяжки можно прикрепить к ней так же, как указано на фиг. 36. Нужно только применять более толстую проволоку и сделать два-три ряда оттяжек. Если мачта сделана составной из двух-трех частей, концы оттяжек следует обматывать вокруг мест сращивания шестов (бревен).

На том месте, где устанавливается мачта, нужно вырыть яму. Если почва мягкая, на дно ямы следует положить кусок доски или кирпичи. На расстояниях не менее $^1/_3$ высоты мачты на равных расстояниях от ямы и друг от друга в землю забиваются или закапываются три-четыре кола с наклоном в сторону, противоположную мачте (фиг. 37). Для кольев по возможности нужно выбирать такие места, в которых была бы исключена возможность повреждения их и оттяжек, которыми они привязываются к кольям, транспортом или по другим причинам. Толщина кольев должна быть не меньше толщины мачты, а глубина, на которую нужно их вбивать или закапывать, зависит от твердости почвы.

Чем рыхлее почва, тем на бо́льшую глубину должны уходить они в землю. При рыхлой почве рекомендуется до засыпки ям землей укрепить колья внизу камнями.

Подъем мачты должны выполнять 3—5 чел. в зависимости от ее высоты и веса.

Мачта кладется на землю таким образом, чтобы ее нижний конец висел над ямой, в которой мачта устанавливает-



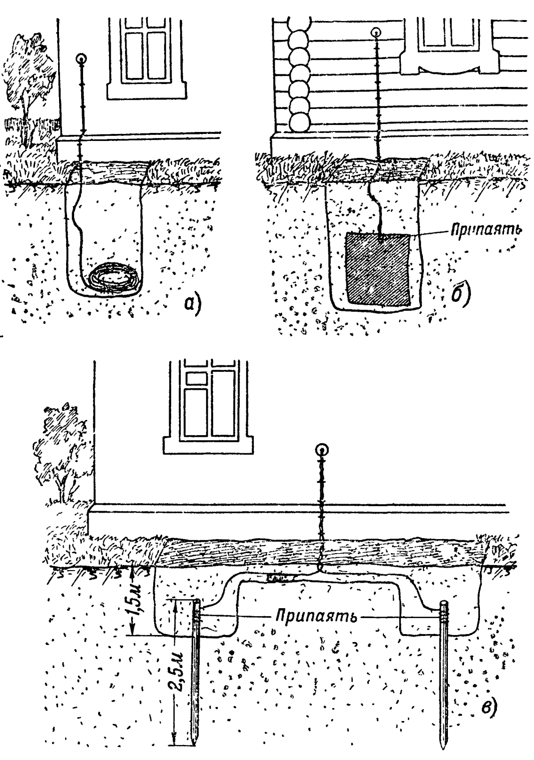
Фиг. 37. Установка мачты на земле.

ся, а верхний конец направляется в сторону одного из кольев (фиг. 37). Оттяжки привязываются к двум противоположным кольям в натянутом положении. К третьему колу, в сторону которого лежит мачта, оттяжки привязываются с таким расчетом, чтобы после установки мачты они натянулись. Если имеется возможность, у каждого кола и ямы следует поставить по одному человеку, чтобы во время установки мачты они могли в случае необходимости ослаблять или усиливать натяжение оттяжек.

Подъем мачты осуществляется так: приподнимают над землей верхний конец мачты и одновременно тянут за оттяжки, которые не привязаны к кольям. По мере подъема вершины мачты над землей ее нужно поддерживать снизу при помощи ухватов, лестницы и т. п. Когда мачта встанет почти вертикально, оттяжки привязывают к кольям. После этого регулируется натяжение отдельных оттяжек до тех пор, пока мачта не встанет вертикально. Основание мачты укрепляется в яме камнями, яма засыпается землей и утрамбовывается.

УСТРОЙСТВО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Заземление желательно сделать до подвески антенны. Для этого возле самого дома, возможно ближе к намеченному месту установки приемника, нужно вырыть яму глубиной не менее 1,5 *м*. Чем суше почва, тем глубже следует рыть яму (во всяком случае до глубины, на которой земля



Фиг. 38. Способы устройства заземления.

всегда сохраняет влагу). В яму укладывается моток проволоки диаметром не менее 2—3 *мм* (фиг. 38,*а*) или стальной лист размером не менее 50×100 *см* с припаянным к нему куском проволоки (фиг. 38,*б*). Если листа такого размера нет, в яму можно уложить два или больше листов меньшего размера. К каждому листу нужно припаять по куску проволоки. Листы располагают по стенкам ямы.

Хорошее заземление можно сделать из металлических труб длиной по 2—2,5 *м*. Один конец трубы сплющивают

и заостряют. К другому концу трубы припаивают или приваривают проволоку. Труба забивается в вырытую яму на глубину примерно 2,5 *м* (фиг. 38,*в*).

После того как в яму опущен моток проволоки, металлический лист или забита труба, ее засыпают землей. При этом нужно осторожно обращаться с выходящим из ямы проводом, следить за тем, чтобы не перебить его лопатой. Засыпку следует производить небольшими слоями земли, тщательно утрамбовывая каждый слой. Выходящий из ямы провод при помощи скобок прибивают к стене дома (фиг. 38), а его конец пропускают в комнату через отверстие, просверленное в стене. Если закопано несколько металлических листов или труб, отдельные проводники, идущие от них, свиваются в жгут, который прибивается скобками к стене и вводится в помещение.

Г-ОБРАЗНАЯ АНТЕННА

Для устройства антенны нужно иметь следующие материалы:

Провод. Лучше всего применять специальный антенный канатик, свитый из тонких медных проволок, или медную проволоку диаметром 1,5—2 *мм*. Можно применить и стальной оцинкованный канатик или стальную (железную) проволоку диаметром 2—3 *мм* (желательно оцинкованную). Не следует применять латунную или алюминиевую проволоку, так как она на открытом воздухе становится ломкой, и антенна обрывается.

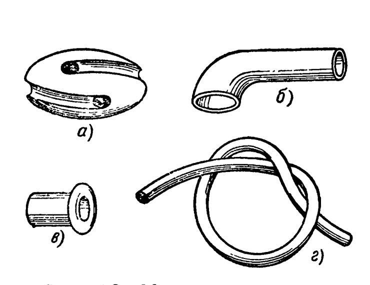
Антенные изоляторы. Антенные изоляторы служат для того, чтобы предотвратить утечку токов высокой частоты из антенного провода через мачты (или дерево, к которому подвешена антенна) в землю. Нужно приобрести четыре-шесть специальных «орешковых» фарфоровых изоляторов (фиг. 39,*а*) или роликов, применяемых при проводке электрического освещения.

Фарфоровые втулка и воронка (фиг. 39,*б* и *в*) нужны для изолирования провода снижения в месте прохода его в здание сквозь стену или колоду окна. Вместо воронки можно применять втулку, и наоборот.

Трубка из полутвердой резины или полихлорвинила (фиг. 39,*г*) нужна для той же цели, что втулки и воронки. Ее наружный диаметр должен быть таким, чтобы она могла входить внутрь втулок и воронок, а длина — несколько больше толщины стены или косяка окна. Можно применить

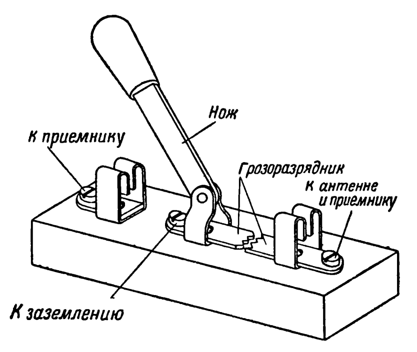
трубку и из другого изоляционного материала. В крайнем случае можно обойтись и без трубки.

Грозовой переключатель необходим для прямого соединения антенны с землей, когда приемник не работает. При таком соединении в случае возникновения в антенне от действия атмосферного электричества сильных электрических зарядов грозовой переключатель отводит эти заряды в землю, минуя приемник, предохраняя последний от повреждений. Следует применять грозовой переключатель,



Фиг. 39. Материалы для антенны.

а — орешковый изолятор; *б* — фарфоровая воронка; *в* — фарфоровая или пластмассовая втулка; *г* — гибкая изоляционная трубка.



Фиг. 40. Грозовой переключатель с грозоразрядником.

снабженный грозоразрядником в виде двух зубчатых пластинок (фиг. 40). В случае возникновения в антенне под действием атмосферного электричества сильных зарядов, когда приемник присоединен к антенне, между зубчиками грозоразрядника проскакивают электрические искры и через них электрические заряды уходят в землю, минуя приемник.

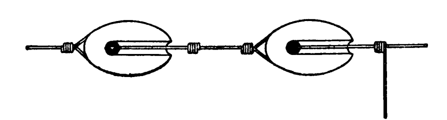
Кроме того, нужно иметь ролики и шурупы для проводки антенного снижения внутри помещения.

Подвеска антенны. Прежде всего в стене или неоткрывающейся части оконной рамы нужно просверлить отверстие для ввода антенного снижения. Отверстие нужно сделать с некоторым наклоном в сторону улицы, чтобы через него в здание не могла затекать дождевая вода. По возможности ближе к этому отверстию и к отверстию, в которое введен провод заземления, на стене привинчивается шурупами грозовой переключатель.

Далее, изготовляются две цепочки из изоляторов (или роликов). Изоляторы связываются проволокой, как указано на фиг. 41. Конец одной из цепочек изоляторов привязывается к наружному концу мотка антенного провода или ка-

натика; другой конец этой цепочки привязывается к концу веревки (троса), перекинутой через блок (кольцо), привязанный к удаленной от дома мачте (дереву). Если веревка не проходит в отверстие изолятора, конец веревки крепится к нему при помощи куска проволоки.

После этого приступают к размотке антенного канатика или провода, двигаясь по направлению к дому, где находится приемник. При разматывании провода (канатика) нельзя допускать образования на нем петель, так как из-за них на проводе могут появиться перегибы, которые впоследствии могут привести к обрыву провода. Свободный конец антенного провода продевается в отверстие крайнего изолятора второй заготовленной цепочки и протаскивается через это отверстие до тех пор, пока останется непродернутым кусок провода, равный длине горизонтальной части антенны. Свободный конец провода будет служить снижением. Антенный провод может быть закреплен на изоляторе обкручиванием снижения вокруг горизонтальной части антенны (фиг. 41) либо при помощи отдельного куска проволоки. Обрезать антенный провод или канатик около изоляторов, а затем прикручивать к нему отдельный кусок проволоки или канатика для снижения не следует.



Фиг. 41. Цепочка из орешковых изоляторов.

Если антенну приходится делать из нескольких кусков проволоки, то их необходимо соединять при помощи скруток и обязательно пропаять. Перед скруткой концы проволоки следует зачищать до блеска наждачной или стеклянной бумагой. Если зачистка производится ножом, нужно следить за тем, чтобы на проводах не получалось царапин, которые в дальнейшем могут привести к обрыву антенны.

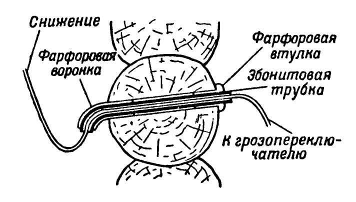
Вторая цепочка изоляторов прикрепляется к веревке или тросу таким же образом, как и первая. После этого тянут за свободные концы веревок (тросов), перекинутых через блоки, и производят подъем антенны. Сильно натягивать антенну не следует, так как от этого она может оборваться, особенно в морозную погоду. Когда антенна поднята, свободные концы веревок (тросов) привязывают к мачтам.

Если один конец антенны укреплен на дереве, свободный конец веревки привязывать к нему не следует, так как при качании дерева антенна может оборваться. В этом слу-

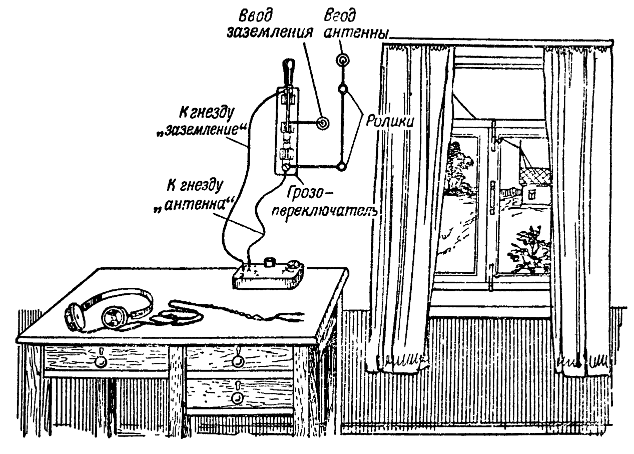
чае на свободный конец веревки подвешивается груз (фиг. 35). Подбирая вес последнего, можно установить необходимое натяжение антенны.

ВВОД АНТЕННЫ И УСТАНОВКА ГРОЗОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ

Конец снижения продергивается через изоляционную трубку, пропущенную в отверстие в стене (фиг. 42). Чтобы провод снижения не соприкасался с краем крыши или другими частями дома, следует привязать его к фарфоровому ролику, укрепленному на конце шеста, который в свою очередь укрепляется на стене или на краю крыши (фиг. 35). Конец провода антенного снижения обрезается с таким расчетом, чтобы его можно было дотянуть до грозопереключателя. На конце провода делается петелька, которая поджимается под нижний контактный винг грозопереключателя (фиг. 40 и 43). Такая же петелька, сделанная на проводе



Фиг. 42. Ввод снижения антенны в дом.



Фиг. 43. Установка грозопереключателя.

заземления, поджимается под средний винт грозопереключателя. Если провод антенного снижения где-либо прикасается к стене, его следует привязать к ролику, привинченному к стене при помощи шурупа.

Далее, нужно заготовить два куска гибкого изолированного провода для соединения грозопереключателя с приемником. Провод можно использовать любой, например применяемый для проводки электроосвещения, телефона, звонков и т. п. Концы проводов очищаются от изоляции на длину около 10—15 *мм* и на них делаются петельки. Конец одного изолированного провода зажимается под верхний винт грозопереключателя, а второй конец этого провода снабжается штепсельной ножкой для включения его в гнездо приемника, имеющее обозначение *З* (земля). Другой изолированный провод зажимается одним концом под нижний винт грозопереключателя (который соединен с антенной), а второй его конец снабжается штепсельной ножкой для включения в антенное гнездо приемника.

Перед тем как слушать радиопередачу, ручку грозопереключателя нужно поставить в верхнее положение. При этом заземление подключается к приемнику. По окончании приема радиопередачи нож грозопереключателя нужно обязательно перекинуть в нижнее положение; при этом антенна через нож грозопереключателя соединяется с землей — заземляется. Не забывайте нож грозопереключателя ставить в нижнее положение, когда приближается гроза. При своевременном заземлении антенны устраняется опасность поражения слушателей сильным электрическим зарядом, который может возникнуть в антенне от действия атмосферного электричества; кроме того, приемник предохраняется от повреждения.

АНТЕННЫ ДРУГИХ ТИПОВ

Антенна «наклонный луч». Для приема близко расположенных радиовещательных станций на детекторный приемник, а также более удаленных станций на ламповый радиоприемник можно пользоваться антенной типа наклонный луч. Один конец такой антенны укрепляется через цепочку изоляторов на дереве или мачте, расположенных на расстоянии 20—40 *м* от дома, где установлен радиоприемник, а второй конец антенны крепится через изоляторы непосредственно на стене или крыше дома вблизи места ввода антенны. Вязка цепочек изоляторов, ввод антенны в помещение и установка грозопереключателя производятся так же, как и в случае установки описанной выше Г-образной антенны.

Комнатная антенна. Если радиовещательная станция расположена близко от места приема, вместо наружной

можно использовать комнатную антенну. Для ее устройства по углам комнаты под потолком нужно укрепить фарфоровые ролики и натянуть между ними изолированный или голый провод. Конец этого провода спускают вниз к приемнику и подключают к его антенному зажиму (гнезду). Провод может быть протянут вдоль двух, трех или четырех стен. Грозопереключатель для комнатной антенны не требуется.

На комнатную антенну с ламповым приемником можно принимать и дальние радиовещательные станции.

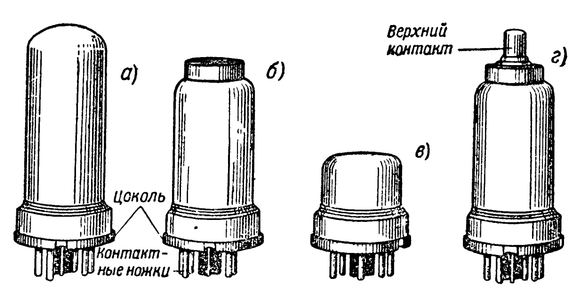
Если комнатная антенна предназначается для лампового радиоприемника, то ее не следует подвешивать вблизи проводов электрического освещения и параллельно им, так как при таком ее расположении возможно усиление индустриальных помех радиоприему.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

Электронные лампы являются неотъемлемыми частями большинства современных радиоприборов и радиоустройств. Поэтому они часто называются р а д и о л а м п а м и. При



Фиг. 44. Металлические электронные лампы.

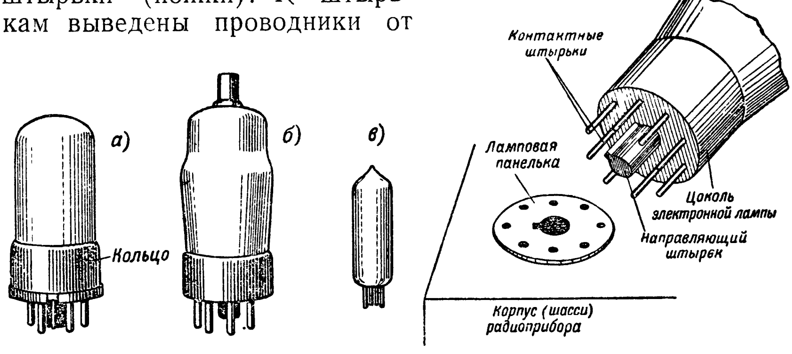
помощи них вырабатываются и модулируются колебания в. ч. в радиопередатчиках, они применяются в радиоприемниках и аппаратуре радиотрансляционных узлов.

Электронные лампы представляют собой герметически запаянные стеклянные или металлические (фиг. 44 и 45) баллоны, внутри которых воздух сильно разряжен, т. е. в них создан в а к у у м. У некоторых стеклянных ламп баллон

покрыт снаружи тонким металлическим слоем — металлизирован.

Внутри баллона всякой электронной лампы находится несколько электрически изолированных друг от друга металлических деталей, носящих название *электродов*.

Большинство электронных ламп снабжено *цоколями*. Цоколь имеет круглую форму; он делается из изоляционного материала (пластмассы) и жестко скрепляется с баллоном лампы (фиг. 46). В цоколь впрессованы металлические штырьки (ножки). К штырькам выведены проводники от



Фиг. 45. Стеклянные электронные лампы.

Фиг. 46. Цоколь и панель электронной лампы.

электродов лампы. Таким образом, цоколь электронной лампы по существу представляет собой штепсельную вилку, но с большим количеством штырьков.

Штырьки цоколя вставляются в гнезда *ламповой панели*, расположенной в радиоприборе. Через штырьки цоколя и гнезда ламповой панели осуществляется электрическое соединение электродов лампы с различными частями радиоприемника, усилителя или иного радиоустройства, в котором лампа работает.

Кроме металлических штырьков, цоколи большинства электронных ламп имеют в центре (между металлическими штырьками, см. фиг. 46) еще по одному штырьку из изоляционного материала. Этот штырек, называемый *направляющим*, значительно толще, чем металлические контактные штырьки, и имеет выступ. В центре ламповой панели имеется отверстие, напоминающее замочную скважину. Благодаря этому выступу на направляющем штырьке цоколя лампу можно вставить в панель только в определенном положении, при котором каждый металлический контактный штырек войдет в предназначенное для него гнездо. Таким

образом, исключается возможность неправильного включения лампы.

В некоторых лампах один из электродов выведен к металлическому колпачку, укрепленному на баллоне лампы (фиг. 44,*г* и 45,*б*). В металлических лампах колпачки изолированы от баллонов. Присоединение этого электрода к схеме приемника производится при помощи гибкого проводника с контактным наконечником, надеваемым на колпачок.

Пальчиковые лампы (фиг. 45,*в*) не имеют пластмассового цоколя с ключом. В такой лампе контактные штырьки впаяны непосредственно в стеклянное дно баллона лампы, и правильность их включения в гнезда ламповой панельки обеспечивается тем, что штырьки (и соответственно гнезда в ламповой панельке) расположены неравномерно по окружности.

Стеклянные лампы больших размеров, предназначаемые для работы в мощных усилителях радиоузлов и радиопередатчиках, цоколей не имеют. Электроды этих ламп выведены из баллонов при помощи гибких проводников с наконечниками. Последние поджимаются под специальные зажимы в аппаратуре и, таким образом, осуществляется соединение электродов лампы с цепями радиоустройств.

КАТОДЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

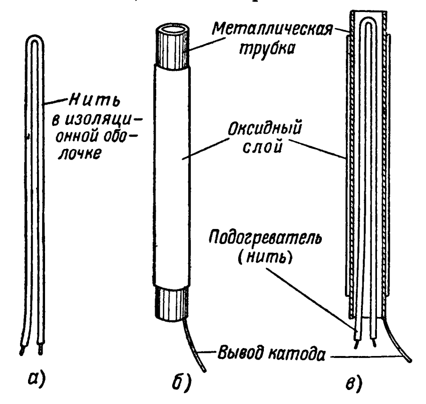
Одной из основных частей всякой электронной лампы является катод. Рассмотрим его устройство и работу.

В любом проводнике, если даже к нему не приложено электрическое напряжение, между его атомами во всех направлениях движутся электроны. При нагревании проводника скорости их движения увеличиваются. При достаточно высоких температурах эти скорости делаются настолько большими, что электроны могут вылетать за пределы поверхности проводника и продолжать свое движение в окружающем его пространстве. Это явление, носящее название излучения электронов или электронной эмиссии, и лежит в основе работы электронных ламп.

Катоды прямого накала. Простейший катод электронной лампы представляет собой нить (или тонкую узкую ленточку) из никеля или вольфрама — прямую или согнутую в виде буквы Л и М. Встречаются нити и с большим числом изгибов. Концы нити соединяются с двумя штырьками цоколя лампы. Через нить-катод пропускается электрический ток. От этого катод нагревается и, как всякое сильно нагре-

тое тело, излучает электроны. В результате вокруг катода из вылетевших с его поверхности электронов образуется «электронное облачко», которое носит название пространственного заряда. Так как электроны представляют собой отрицательно заряженные частички, очевидно, что образуемое ими «облачко» также имеет отрицательный заряд.

Описанный катод носит название катода прямого накала, а электронные лампы с такими катодами называются лампами прямого накала.



Фиг. 47. Устройство подогревного катода.

а — подогреватель в изоляционной оболочке; *б* — металлическая трубка; *в* — собранный катод в разрезе.

Поверхности катодов большинства электронных ламп покрыты слоем окислов щелочноземельных металлов (бария, стронция, кальция). В этом случае катоды носят название оксидных. В некоторых лампах поверхности катодов покрывают тонким слоем металла бария или примешивают к вольфраму окиси металла тория. Такие покрытия способствуют излучению электронов с поверхности катодов. Если бы указанных покрытий не было, то для получения необходимого интенсивного излучения электронов катоды пришлось бы нагревать до более высокой температуры, затрачивая значительно больше электрической энергии.

Подогревные катоды. Широко применяются и катоды другой конструкции — так называемые подогревные (их называют также катодами косвенного накала). Подогревный катод представляет собой металлическую трубочку диаметром в несколько миллиметров, внутрь которой вставлена вольфрамовая нить (фиг. 47). Эта нить заключена в тонкую керамическую оболочку, электрически изолирующую ее от трубочки. Внешняя поверхность трубочки покрыта слоем окислов бария, стронция и калия. Эта поверхность и излучает электроны, т. е. является собственно катодом. Нить, находящаяся внутри катода, называется подогревателем.

Если пропустить через нить-подогреватель электрический ток, то она нагреется. От нее в свою очередь нагреется окружающая ее металлическая трубочка, и с поверхности последней начнется излучение электронов.

Электронные лампы, имеющие такие катоды, называют подогревными лампами или лампами с косвенным накалом.

Подогревные лампы предназначены главным образом для радиоаппаратуры, питаемой от сети переменного тока.

Особенностью подогревных катодов является то, что они создают интенсивное излучение электронов только через 20—30 сек. после включения тока через их подогреватели, так как трубочки не сразу нагреваются до необходимой рабочей температуры. Поэтому подогревные лампы требуют всегда предварительного прогрева перед работой.

Для того чтобы обеспечить необходимую температуру нагрева катода (как подогревного, так и прямого накала), к нему должно быть подведено определенное напряжение накала. Это напряжение носит название номинального напряжения накала и обозначается сокращенно буквами $U_н$. Ток, проходящий при этом напряжении через нить, называется номинальным током накала и обозначается буквами $I_н$. Пальчиковые лампы прямого накала имеют номинальное напряжение накала 1,2 или 2,4 *в*. Большинство подогревных ламп имеет номинальное напряжение накала 6,3 *в*. Номинальное напряжение накала той или иной лампы указывает округленно первая цифра ее наименования. Так, например, пальчиковые лампы типов 1А1П, 1К1П, 1Б1П имеют номинальное напряжение накала 1,2 *в*, пальчиковая лампа 2П1П — 2,4 *в*, лампы 6А7, 6К7, 6П6С—6,3 *в*.

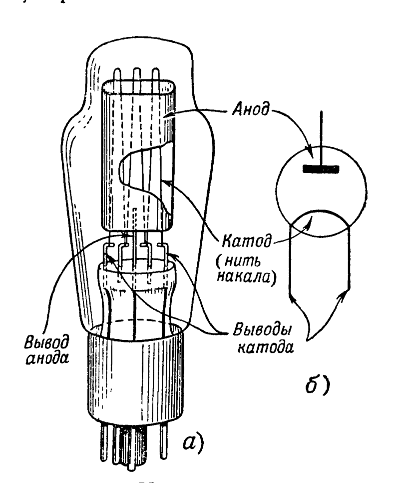
При эксплуатации радиоаппаратуры необходимо стремиться поддерживать напряжение накала ее электронных ламп возможно более близким к номинальному. При повышении напряжения накала или, как говорят, перекале электронных ламп может произойти разрушение покрытий катодов, вследствие чего излучение электронов катодами уменьшается и нормальная работа ламп нарушается, как говорят: «лампы теряют эмиссию». Вследствие перекала нити накала могут и перегорать. В эксплуатации не следует допускать даже небольшого повышения напряжения накала.

Уменьшение напряжения накала электронных ламп с оксидными и бариевыми катодами ниже номинального приводит к ухудшению работы радиоаппаратуры (уменьшению

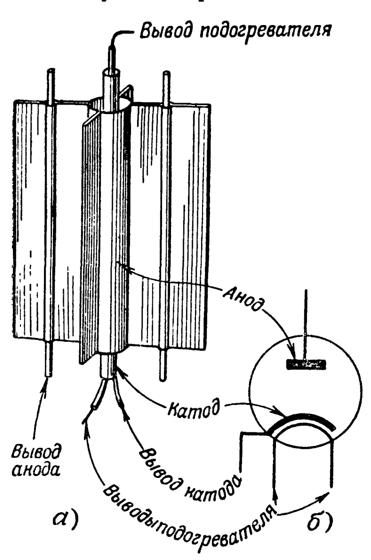
громкости звуковоспроизведения и появлению искажений) и может быть причиной уменьшения срока службы ламп, так как при этом также создаются условия для разрушения покрытий их катодов.

ДВУХЭЛЕКТРОДНЫЕ ЛАМПЫ

Простейшая электронная лампа содержит только два электрода: катод и анод. Такие лампы носят название двухэлектродных ламп, диодов или кенотронов. Устройство и схематическое обозначение электродов двухэлектродной лампы (кенотрона) прямого накала показаны на фиг. 48, а устройство и схематическое обозначение такой же подогревной лампы — на фиг. 49.



Фиг. 48. Устройство двухэлектродной лампы с катодом прямого накала *(а)* и ее схематическое обозначение *(б)*.



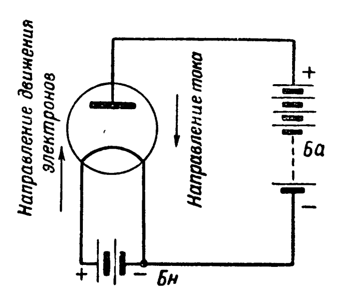
Фиг. 49. Устройство двухэлектродной лампы с подогревным катодом *(а)* и ее схематическое обозначение *(б)*.

Катоды в таких лампах охватываются анодами, изготовленными из листового металла (никеля, молибдена, тантала).

Широко распространены электронные лампы, содержащие внутри своих баллонов по две группы таких электродов (два катода и два анода). Если эти лампы предназначаются для применения в выпрямителях (см. ниже), то они называются двуханодными кенотронами. По две группы электродов, но меньших размеров имеют и подогревные

двойные диоды, применяемые для детектирования высокочастотных колебаний.

Наименования кенотронов содержат в себе букву Ц (например: 5Ц3С, 5Ц4С, 6Ц5С, 6Ц4П), а двойных диодов — букву Х (6Х6, 6Х6С, 6Х2П). Буква С в конце наименования лампы указывает на то, что эта лампа имеет стеклянный баллон с пластмассовым цоколем, а буква П — на пальчиковое оформление лампы. Если буквы в конце наименования лампы нет, значит это металлическая лампа. Вторая цифра указывает номер типа лампы.



Фиг. 50. Схема присоединения батарей к двухэлектродной лампе.

. Существуют стеклянные и металлические лампы с одинаковым устройством электродов и одинаковыми электрическими данными. Первые три знака в их наименовании также одинаковы (например, 6Х6 — металлическая лампа, а 6Х6С — подобная ей по свойствам стеклянная). Такие лампы вполне взаимозаменяемы в радиоаппаратуре.

Нити накала двуханодного кенотрона или двойного диода соединены между собой внутри баллона и подсоединены к двум штырькам цоколя, в то время как каждый анод электрически изолирован от другого и соединен с отдельным штырьком цоколя. Катоды подогревных ламп выводятся к штырькам цоколя в разных лампах по-разному. В двуханодном кенотроне 5Ц4С оба катода соединены с одним концом нити накала, в двуханодном кенотроне 6Ц5С катоды соединены и выведены к отдельному штырьку, а в двойных диодах 6Х6, 6Х6С и 6Х2П катоды не имеют соединения между собой и каждый из них выведен к отдельному штырьку.

Рассмотрим работу двухэлектродной лампы прямого накала, учитывая, что точно такие же процессы имеют место и в подогревной лампе и в каждой «половине» двуханодного кенотрона или двойного диода любого типа.

Пусть к выводам катода двухэлектродной лампы подключена батарея $Б_н$ (фиг. 50), дающая напряжение, соответствующее номинальному напряжению накала лампы данного типа. Эта батарея носит название батареи накала. Через нить лампы идет электрический ток, нить нака-

лена и излучает электроны. К аноду лампы подключен положительный полюс (плюс) батареи $Б_a$ носящей название анодной батареи, а к одному из концов катода — отрицательный полюс той же батареи (минус). При этом анод лампы имеет положительный потенциал по отношению к ее катоду и поэтому притягивает к себе электроны, излучаемые катодом. Электроны движутся внутри лампы от катода к аноду, и в цепи, состоящей из анодной батареи и промежутка катод — анод лампы, проходит ток. Он проходит все время, вследствие того, что вместо электронов, притянутых к аноду, катод излучает все новые электроны, которые непрерывно поступают к нему от анодной батареи.

Если же к аноду лампы присоединить отрицательный полюс анодной батареи (минус), а к катоду — положительный (плюс), то электроны не будут притягиваться к аноду и ток между анодом и катодом лампы не пойдет. Следовательно электронная лампа обладает односторонней проводимостью.

Напряжение, приложенное между анодом и катодом лампы, называется анодным напряжением (обозначается U_a). Ток, возникающий вследствие электронной эмиссии катода, носит название анодного тока (обозначается I_a), а электрическая цепь, по которой он проходит (состоящая в данном случае из анодной батареи и промежутка анод — катод лампы), — анодной цепи.

При увеличении положительного напряжения на аноде лампы сила притяжения электронов анодом и скорость их полета к аноду увеличиваются; при этом все большее и большее число электронов пролетает за единицу времени от катода к аноду, т. е. анодный ток увеличивается. Однако катод электронной лампы не может излучать в единицу времени сколь угодно большое число электронов. Поэтому возможность увеличения анодного тока не является безграничной. Для электронной лампы каждого типа существует наибольшее значение тока, которое может существовать в ее анодной цепи. Этот ток носит название тока эмиссии; его величина определяется конструкцией и свойствами катода лампы, а также условиями его работы. У лампы с катодом, имеющим большую поверхность и расходующей большую мощность на накал (нагрев катода), соответственно бо́льше ток эмиссии.

Другой величиной, характеризующей электронную лампу, является предельное напряжение, которое может быть

приложено между ее анодом и катодом без вреда для нее. Анодное напряжение, превышающее предельное, может вызвать пробой (электрическую искру) в промежутке между анодом и катодом. При этом через искру замкнется накоротко источник анодного напряжения (батарея) и может произойти повреждение катода.

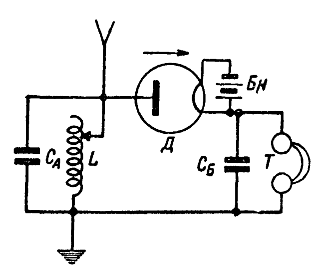
Кроме того, существует еще одна причина, ограничивающая величину анодного тока и анодного напряжения электронной лампы. Дело в том, что электроны, летящие от катода к аноду с огромной скоростью, обладают большой энергией движения. Достигая анода электроны ударяются в него. При этом их энергия движения превращается в тепловую энергию, вследствие чего анод нагревается. Нагрев анода получается тем бо́льшим, чем больше анодное напряжение и чем больше анодный ток, т. е. чем с большей скоростью электроны достигают анода и чем большее их число ударяется в анод в единицу времени. Произведение напряжения на величину тока, как известно, определяет электрическую мощность. Поэтому количество тепла, которое анод приобретает при «бомбардировке» его электронами, также зависит от электрической мощности. Это тепло анод излучает или, как говорят, р а с с е и в а е т в окружающее пространство.

Для обеспечения нормальной работы лампы необходимо, чтобы количество тепла, рассеиваемого анодом за единицу времени, было равно количеству получаемого им тепла. Это условие может быть выполнено, если электрическая мощность, затрачиваемая на нагрев анода, не будет превышать некоторой определенной для каждой лампы величины, носящей название м а к с и м а л ь н о д о п у с т и м о й м о щ н о с т и р а с с е я н и я н а а н о д е (обозначается P_a). Она определяется главным образом поверхностью анода. Чем больше его поверхность, тем большее количество тепла за единицу времени он может рассеять (тем больше его «теплоотдача»), тем больше максимально допустимая мощность рассеяния на аноде данной лампы.

Если поставить лампу в такие условия работы, что рассеиваемая на ее аноде мощность сделается больше установленной для данной лампы максимально допустимой величины, то анод, а от него и другие части лампы могут нагреться до чрезмерно высокой температуры, вследствие чего лампа выйдет из строя.

ДИОДНЫЙ ДЕТЕКТОР

Свойство двухэлектродной лампы (диода) пропускать ток от анода к катоду только в том случае, если на ее аноде имеется положительный потенциал по отношению к катоду, вполне подобно свойству кристаллического детектора. Поэтому двухэлектродная лампа может быть использована в радиоприемнике вместо кристаллического детектора, если включить ее, как показано на фиг. 51. В этой схеме применен диод *Д* с прямым накалом, нить которого питается от батареи накала $Б_н$. При наличии электрической сети переменного тока можно применить подогревный диод. Диод прямого накала не рекомендуется применять в аппаратуре, питающейся от сети переменного тока, так как в течение каждого периода переменного тока в такт с изменениями его величины температура нити в некоторых пределах непрерывно изменяется. В такт с изменениями температуры изменяется и электронная эмиссия катода. В результате ток, проходящий через диод и телефон, пульсирует и в телефоне вместе с радиопередачей слышен гул, носящий название фона переменного тока. В случае применения диода с подогревным катодом температура последнего от изменения напряжения накала практически не колеблется, так как такой катод обладает относительно большой массой и поэтому не успевает остывать при уменьшениях напряжения. В результате фон не слышен.



Фиг. 51. Схема простейшего радиоприемника с диодным детектором.

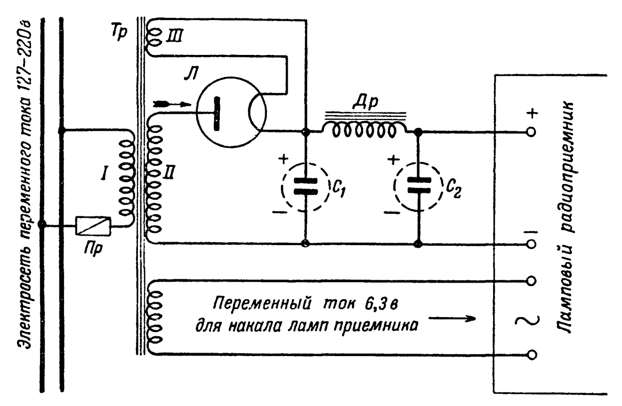
Электропитание нити накала диода должно осуществляться при помощи трансформатора, понижающего напряжение, первичная обмотка которого включается в сеть электроосвещения, а вторичная обмотка, дающая напряжение с величиной, соответствующей нормальному напряжению накала диода, соединяется с концами его подогревателя. Такой трансформатор носит название **трансформатора накала**. Устроен он так же, как и выходной трансформатор (см. фиг. 10).

КЕНОТРОННЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

Свойство двухэлектродных ламп (кенотронов) пропускать через себя ток только в одном направлении исполь-

зуется также для преобразования напряжения переменного тока в постоянное, необходимое для питания анодных цепей ламповых радиоприемников, усилителей и другой аппаратуры. Этот процесс преобразования носит название выпрямления переменного тока (или выпрямления напряжения), а устройства с кенотронами, в которых осуществляется выпрямление, называются кенотронными выпрямителями.

Однополупериодный выпрямитель. Простейшая схема кенотронного выпрямителя приведена на фиг. 52. Первич-



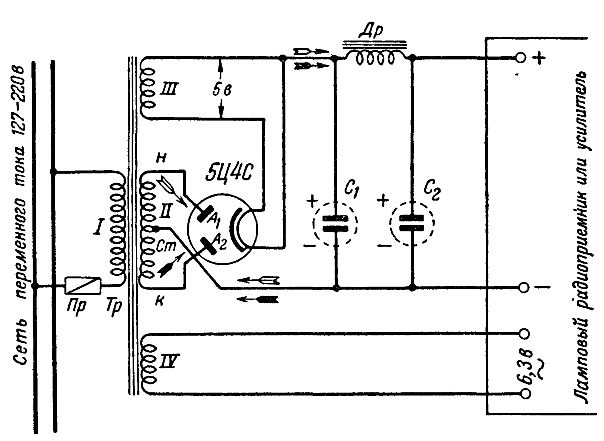
Фиг. 52. Схема однополупериодного кенотронного выпрямителя.

ная обмотка *I* трансформатора *Тр*, носящего название силового, включена в сеть переменного тока через предохранитель *Пр*. Низкое напряжение, получающееся на вторичной обмотке *III* трансформатора, подается на нить накала кенотрона *Л*, а высокое напряжение, действующее на другой его вторичной обмотке *II*, — на анод кенотрона.

Когда на конце обмотки *II*, соединенном с анодом кенотрона *Л*, получается положительное напряжение, излучаемые катодом электроны притягиваются к аноду. В результате между анодом и катодом проходит ток, заряжающий конденсатор C_1; часть этого тока ответвляется через дроссель (катушку с сердечником из стальных пластин[1]) *Др*, заряжает конденсатор C_2 и идет на питание радиоаппарата. Во время следующего полупериода переменного напряже-

[1] Дроссель фильтра имеет такой же вид, как и трансформатор (см. фиг. 10), но содержит только одну обмотку с большим числом витков.

ния на конце обмотки II, соединенном с анодом кенотрона, получается отрицательное напряжение. Ток между анодом и катодом в это время не проходит, и конденсаторы C_1 и C_2 не заряжаются. Однако на питание радиоаппарата ток продолжает идти, так как в это время на него разряжаются конденсаторы C_1 и C_2. Когда же напряжение на аноде кенотрона снова станет положительным (следующий полупериод переменного напряжения), через кенотрон снова пройдет ток и конденсаторы подзарядятся.



Фиг. 53. Схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя.

Двухполупериодный выпрямитель. В большинстве радиоприемников и усилителях с питанием от электросетей переменного тока чаще применяются двухполупериодные выпрямители, в которых используются двуханодные кенотроны 5Ц4С, 5Ц3С или 6Ц5С. Типовая схема такого выпрямителя показана на фиг. 53. Вторичная обмотка II силового трансформатора здесь имеет вывод от среднего витка *Ст*. Начало *Н* и конец *К* этой обмотки соединены с анодами кенотрона, а ее средний вывод — с нижними (по схеме) обкладками конденсаторов C_1 и C_2. На этих обкладках получается отрицательный полюс выпрямленного напряжения. Положительный полюс выпрямленного напряжения берется с катода кенотрона.

Работает эта схема следующим образом. Когда плюс переменного напряжения получается на начале *Н* обмотки II и на аноде A_1 кенотрона, проходит ток между этим анодом и катодом, заряжая конденсаторы. Во время полупериодов

другого знака, когда плюс получается на конце K обмотки II и аноде A_2, ток проходит между анодом A_2 и катодом и создает на обкладках конденсаторов заряды той же полярности, что и в первом случае. Следовательно, в двухполупериодной схеме за каждый полупериод переменного напряжения запас энергии в конденсаторах пополняется дважды.

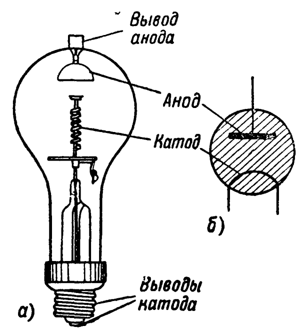
Действие сглаживающего фильтра. Конденсаторы C_1 и C_2 вместе с дросселем *Др* в обеих схемах (фиг. 52 и 53) образуют сглаживающий фильтр, назначение и действие которого сводятся к следующему. Дроссель (катушка индуктивности) препятствует изменению проходящего через него тока. Когда конденсатор C_1 подзаряжается через кенотрон, напряжение на нем возрастает. Одновременно увеличивается и ток, текущий на зарядку конденсатора C_2 через дроссель *Др*. Но последний препятствует резкому увеличению этого тока. Когда же ток, заряжающий конденсатор C_1, и напряжение на последнем уменьшаются, дроссель стремится поддержать ток, идущий на зарядку конденсатора C_2. Чем больше витков в обмотке дросселя и чем больше сечение его сердечника, тем сильнее выражены эти явления. С другой стороны, чем больше емкость конденсаторов C_1 и C_2, тем больше электрической энергии они могут запасти в себе, тем относительно меньшую часть этой энергии они отдают в перерывах между зарядками, тем меньше изменяется напряжение на них. В результате совместного действия дросселя и конденсаторов, несмотря на то, что ток через кенотрон идет с перерывами, питаемый от выпрямителя радиоаппарат получает напряжение постоянного направления непрерывно. Правда, это напряжение по указанным выше причинам периодически увеличивается и уменьшается или, как говорят, пульсирует. Однако, применяя конденсаторы C_1 и C_2 большой емкости (порядка десятков микрофарад) и дроссель с большим числом витков, эти пульсации можно сделать очень малыми.

Вместо дросселей в сглаживающих фильтрах выпрямителей иногда применяют сопротивления.

ГАЗОТРОНЫ И ГАЗОТРОННЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

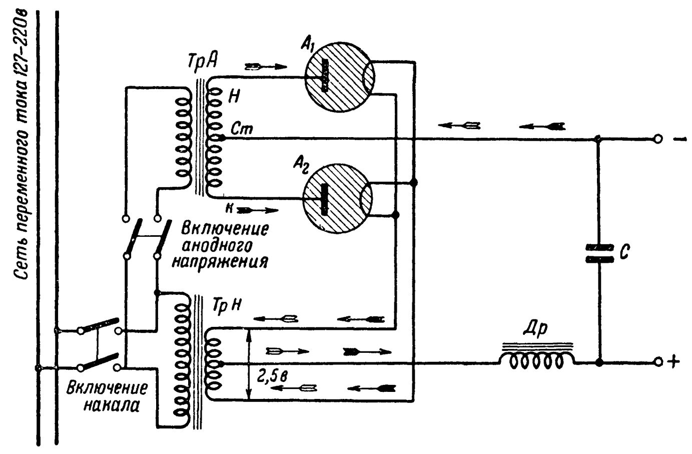
На мощных радиотрансляционных узлах для выпрямления переменного тока высокого напряжения и получения больших токов применяются газотроны. Газотрон, как и

кенотрон, представляет собой стеклянный баллон, в котором заключены анод и катод (прямого накала или подогревный). Катод прямого накала обычно выполняется из никелевой оксидированной ленты, свернутой в спираль. Концы катода газотрона выводятся к цоколю с винтовой нарезкой (такому же, как и у обычных ламп накаливания — фиг. 54); его анод соединяется с металлическим колпачком, расположенным в верхней части стеклянного баллона, либо выводы анода и катода выполняются гибкими проводниками. Внутри баллона имеется небольшое количество ртути, которая, испаряясь при накаленном катоде, создает в баллоне ртутные пары.



Фиг. 54. Общий вид газотрона типа ВГ-129 (*а*) и схематическое изображение газотрона (*б*).

Схема двухполупериодного выпрямителя с газотронами приведена на фиг. 55. Здесь имеются два трансформатора: трансформатор накала *ТрН* и анодный трансформатор *ТрА*. Сначала включается трансформатор накала, а затем,



Фиг. 55. Схема двухполупериодного газотронного выпрямителя.

спустя несколько минут, когда газотроны прогреются, — анодный трансформатор.

Действует газотрон следующим образом. Когда его катод накален и на аноде имеется положительное напряже-

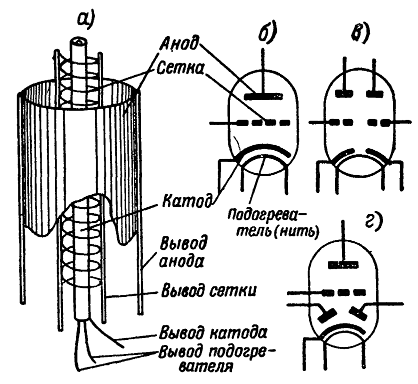
ние, под ударами летящих от катода к аноду электронов пары ртути ионизируются. Получающиеся в результате ионизации электроны также летят к аноду. Положительные ионы направляются к катоду. На пути они встречают окружающее катод облачко, электроны которого соединяются с положительными ионами и снова образуют молекулы ртути. Таким образом, бо́льшая часть электронов, составляющих ток в анодной цепи газотрона, появляется вследствие ионизации паров ртути, что и позволяет получать от газотрона гораздо бо́льшие выпрямленные токи, чем от кенотрона.

При обратном направлении напряжения, действующего в анодной цепи, электроны к аноду не летят; следовательно, в это время нет ионизации и тока в анодной цепи.

Сглаживающий фильтр газотронного выпрямителя содержит в себе обычно только один конденсатор, включенный после дросселя.

ТРЕХЭЛЕКТРОДНЫЕ ЛАМПЫ

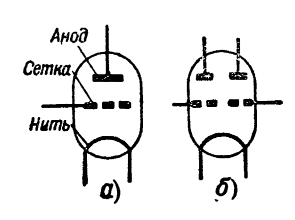
Трехэлектродная лампа, сокращенно также называемая т р и о д о м, отличается от двухэлектродной (диода, кенотрона) наличием третьего электрода — сетки, расположенной между анодом и катодом. В большинстве современных ламп сетка выполняется в виде проволочной цилиндрической спирали, расположенной внутри анода вокруг катода. На фиг. 56,*а* упрощенно показана конструкция электродов трехэлектродной лампы с подогревным катодом, а на фиг. 56,*б* — ее обозначение на схемах.



Фиг. 56. Устройство подогревной трехэлектродной лампы прямого накала (*а*), ее изображение на схемах (*б*), изображение на схемах подогревного двойного триода (*в*) и двойного диод-триода (*г*).

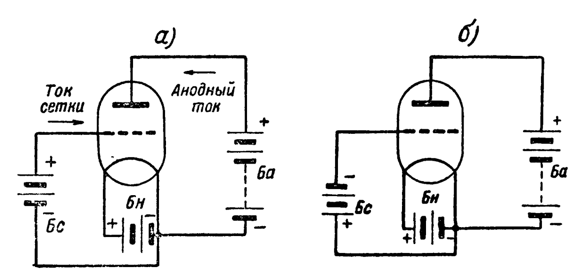
Трехэлектродная лампа прямого накала имеет подобную же конструкцию, только в ней вместо трубчатого подогревного катода применяется простая нить накала. Схематическое изображение триода прямого накала приведено на фиг. 57,*а*.

К концам нити триода прямого накала присоединяется батарея накала *Бн* (фиг. 58); к подогревателю катода подогревной лампы можно подвести переменное напряжение от вторичной обмотки понижающего трансформатора, первичная обмотка которого включена в электросеть. На анод лампы подается положительное напряжение от батареи или выпрямителя.



Фиг. 57. Схематические изображения трехэлектродной лампы прямого накала (*а*) и двойного триода прямого накала (*б*).

Если сетку трехэлектродной лампы соединить с положительным полюсом батареи *Бс* напряжением в несколько вольт (фиг. 58,*а*), а ее отрицательный полюс подключить к катоду лампы, то сетка получит положительный потенциал по отношению к катоду. При этом сетка также будет притягивать к себе электроны, излучаемые катодом. Некоторая часть этих электронов попадет на сетку. В результате в цепи батареи *Бс* появляется ток, носящий название с е т о ч н о г о. Однако большинство электронов, притягиваемых совместно анодом и сеткой, пролетит через промежутки между



Фиг. 58. Включение батарей накала, анода и сетки в схему с трехэлектродной лампой прямого накала.

витками проволочной спирали, образующей сетку, и достигнет анода. Чем больше напряжение батареи *Бс*, т. е. чем больше напряжение на сетке, тем сильнее она притягивает электроны, тем больше сеточный и анодный токи.

Если же включить батарею *Бс* так, чтобы сетка получила по отношению к катоду отрицательный потенциал (фиг. 58,*б*), то сетка будет отталкивать электроны, т. е. препятствовать их движению от катода к аноду. Чем больше отрицательный потенциал на сетке, тем сильнее его действие

на электронный поток, тем меньшее количество электронов достигнет анода и, следовательно, тем меньше будет анодный ток. При некоторой величине отрицательного напряжения на сетке ни один электрон не сможет преодолеть ее отталкивающего действия и анодный ток прекратится.

Очевидно, что при наличии отрицательного напряжения на сетке сеточный ток существовать не может.

Описанная способность сетки влиять на величину анодного тока лампы или, как говорят, управлять анодным током позволяет применять электронную лампу для усиления электрических колебаний.

Постоянное напряжение, подаваемое на сетку электронной лампы, часто называют напряжением смещения на сетку или, сокращенно, смещением, а батарею, создающую это напряжение, — батареей смещения.

Наименования триодов содержат букву С (например, 6С5, 6С2С, 6С4С). Остальные цифры и буква в конце наименования имеют такое же значение, как и у наименований кенотронов и двойных диодов (см. стр. 89 и 91).

Двойные триоды и двойные диод-триоды. В радиоаппаратуре встречаются электронные лампы, носящие название двойных триодов. Каждая такая лампа по существу представляет собой две группы катодов, анодов и сеток, заключенных в один общий баллон (фиг. 56,*в* и 57,*б*), т. е. двойной триод может заменить две обычные трехэлектродные лампы. Наименования двойных триодов содержат букву Н (например, 1Н3С, 6Н7С, 6Н8С, 6Н9С).

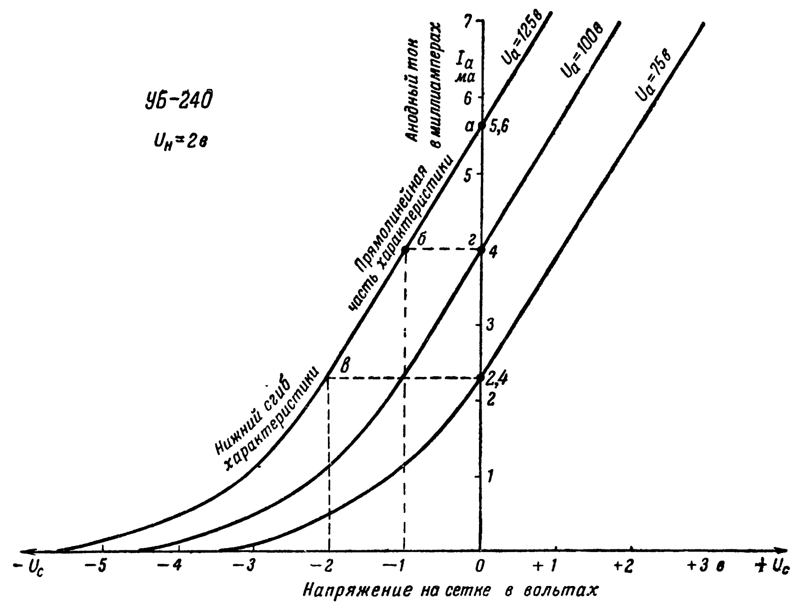
Двойной диод-триод содержит в своем баллоне триод, который используется для усиления электрических колебаний, и два диода, которые можно применить для детектирования (фиг. 56,*г*). Наименования двойных диод-триодов содержат букву Г (например, 6Г1, 6Г2, 6Г7).

Характеристики трехэлектродных ламп. Зависимость между напряжениями на различных электродах электронных ламп и токами в цепях этих электродов можно изобразить графически. Такие графики называются характеристиками электронных ламп.

На фиг. 59 приведен пример анодно-сеточных характеристик триода. По вертикальной оси графика отложены в масштабе величины анодного тока в миллиамперах, а по горизонтальной — величины напряжения на сетке в вольтах, причем вправо от вертикальной оси нанесены положительные (+), а влево — отрицательные (—) значения этого на-

пряжения. Одна из характеристик показывает зависимость анодного тока от напряжения на сетке при напряжении на аноде лампы U_a =75 *в*, другая — при U_a =100 *в* и третья — при U_a =125 *в*.

Рассмотрим, например, характеристику, соответствующую анодному напряжению U_a = 100 *в*. При отрицательном напряжении на сетке, превышающем минус 4,5 *в*, ток в цепи



Фиг. 59. Характеристики, показывающие зависимость анодного тока от напряжения на сетке триода УБ-240 при различных напряжениях на его аноде.

анода отсутствует. При изменении напряжения на сетке от минус 4,5 *в* до нуля и далее в сторону положительных сеточных напряжений анодный ток возрастает. При напряжениях на сетке примерно от минус 4,5 *в* до минус 1,5 *в* он изменяется непропорционально изменению напряжения на сетке. Это следует из того, что характеристика в этой части непрямолинейна. Эта ее часть называется нижним сгибом. Далее, характеристика почти выпрямляется; это свидетельствует о том, что анодный ток изменяется практически пропорционально изменению напряжения на сетке лампы. Эта часть условно называется прямолинейной частью характеристики. При некотором относи-

тельно большом положительном напряжении на сетке характеристика снова искривляется, образуя **верхний сгиб** (на фиг. 59 он не показан, так как он получается при таких больших анодных токах, которые практически не используются при работе ламп в радиоприемниках). Такие же формы имеют характеристики и при других анодных напряжениях, но чем меньше эти напряжения, тем при меньшем отрицательном напряжении на сетке появляется анодный ток, т. е. с понижением анодного напряжения характеристика как бы сдвигается вправо.

Подобный же вид имеют характеристики, показывающие, как изменяется ток в цепи сетки при изменении напряжения на последней. Такие характеристики называются **сеточными**. Они начинаются вблизи нулевого напряжения на сетке. Ток в цепи сетки, как правило, имеет значительно меньшую величину, чем анодный ток. Только при значительных положительных напряжениях на сетке величина тока в ее цепи может сделаться сравнимой с величиной анодного тока.

На фиг. 60 приведены анодные характеристики той же лампы, показывающие зависимость между напряжением на ее аноде и током в ее анодной цепи при различных напряжениях на сетке. Лампы других типов имеют другие характеристики.

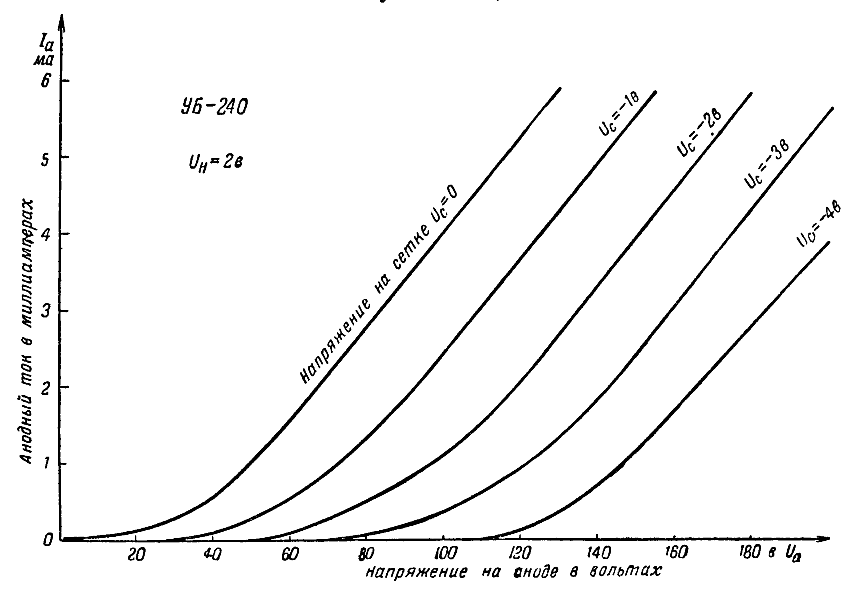
Свойства всякой электронной лампы определяются рядом численных величин, носящих название **параметров**, которые могут быть найдены по ее характеристикам.

Крутизна характеристики. Одним из важнейших параметров электронной лампы является крутизна характеристики (обозначается буквой S), характеризующая влияние изменения сеточного напряжения на изменение анодного тока. Например, из рассмотренной характеристики триода для анодного напряжения 125 *в* (фиг. 59) видно, что изменение напряжения на сетке от нуля (точка *а* на характеристике) до минус 1 *в* (точка *б* на характеристике), т. е. на 1 *в*, приводит к изменению анодного тока от 5,6 до 4 *ма*, или на 1,6 *ма*; при дальнейшем изменении напряжения на сетке до минус 2 *в* (точка *в*) анодный ток уменьшается до 2,4 *ма*, т. е. еще на 1,6 *ма*. Другими словами, каждый раз, когда напряжение на сетке изменяется на 1 *в*, анодный ток изменяется на 1,6 *ма*. Следовательно, крутизна характеристики равна 1,6 *ма/в*. Это можно записать сокращенно следующим образом:

$$S = 1{,}6\ ма/в.$$

Крутизну характеристики (в любой ее точке) лампы можно определить делением величины изменения анодного тока в миллиамперах на величину вызвавшего его изменения напряжения на сетке в вольтах.

Характеристики трехэлектродных ламп не представляют собой идеально прямых линий, даже в пределах «прямолинейных» частей. Поэтому обычно, когда называют числен-



Фиг. 60. Характеристики, показывающие зависимость анодного тока от напряжения на аноде лампы УБ-240 при различных напряжениях на ее сетке.

ную величину крутизны характеристики, указывают, по какой именно характеристике, при каком анодном напряжении и для какого напряжения на сетке она определена. В пределах других участков прямолинейной части характеристики крутизна будет сравнительно мало отличаться от этой величины, но очевидно, что на сгибах характеристики крутизна будет существенно меньше.

Коэффициент усиления. Вторым важным параметром электронной лампы является коэффициент усиления (обозначается греческой буквой μ — мю).

Из характеристик триода (фиг. 59) видно, что анодный ток можно увеличивать и уменьшать не только изменением напряжения на сетке, но и изменением анодного напряже-

ния. Но так как анод расположен от катода дальше, чем сетка, влияние изменений напряжения на сетке на движение электронов, вылетающих из катода, а значит, и на анодный ток больше, чем влияние изменений напряжения на аноде.

Определим коэффициент усиления триода, пользуясь опять характеристиками, показанными на фиг. 59. Из этой фигуры видно, что при анодном напряжении $U_a = 125$ *в* и напряжении на сетке, равном нулю, в анодной цепи лампы течет ток 5,6 *ма* (точка *а* на характеристике) и что, если изменить отрицательное напряжение на сетке на 1 *в* (до минус 1 *в*), то анодный ток изменится на 1,6 *ма* (уменьшится до 4 *ма* — точка *б* на характеристике). Но мы можем уменьшить анодный ток на те же 1,6 *ма*, сохранив напряжение на сетке неизменным (равным нулю), но изменяя анодное напряжение со 125 до 100 *в* (точка *г*), т. е. на 25 *в*.

Итак, одно и то же изменение анодного тока (на 1,6 *ма*) можно получить: 1) либо изменяя напряжение на аноде на 25 *в*, 2) либо изменяя напряжение на сетке на 1 *в*. Отношение между одинаковыми по действию на анодный ток изменением напряжения на аноде и изменением напряжения на сетке и называется коэффициентом усиления лампы. Он показывает, во сколько раз сильнее влияет на изменение анодного тока изменение напряжения на сетке по сравнению с таким же изменением анодного напряжения.

Коэффициент усиления любой лампы можно узнать, разделив величину изменения анодного напряжения на величину изменения напряжения на сетке, которые вызывают одно и то же изменение анодного тока. В нашем примере лампа обладает коэффициентом усиления $\mu = \frac{25}{1} = 25$.

Внутреннее сопротивление. Третьим параметром лампы является внутреннее сопротивление (обозначается R_i), определяемое как отношение изменения анодного напряжения в вольтах к вызываемому им изменению анодного тока в амперах при одном и том же напряжении на сетке. Если, например, при напряжении на сетке, равном нулю, и анодном напряжении 125 *в* (фиг. 59) ток в анодной цепи равен 5,6 *ма* (или 0,0056 *а*), то при уменьшении анодного напряжения до 100 *в*, т. е. на 25 *в*, анодный ток уменьшается до 4 *ма* (или 0,004 *а*), т. е. на 1,6 *ма* = 0,0016 *а*. Следовательно, внутреннее сопротивление лампы

$$R_i = \frac{125 - 100}{0{,}0056 - 0{,}004} = \frac{25}{0{,}0016} = 15\,600 \text{ ом}.$$

Внутреннее сопротивление, так же как и коэффициент усиления лампы, почти неизменно для всех значений напряжений на аноде и сетке в пределах прямолинейных участков характеристик.

Все указанные выше характеристики и параметры определяются при номинальных напряжениях накала ламп. При напряжениях накала выше номинального крутизна характеристики S лампы обычно несколько увеличиваются, а внутреннее сопротивление R_i уменьшается. В случае же работы лампы при напряжении накала ниже номинального, а также при уменьшении (потере) эмиссии ее катода крутизна характеристики уменьшается, а внутреннее сопротивление увеличивается.

Максимально допустимая мощность рассеяния на аноде триода определяется, как и для диода, произведением анодного тока на анодное напряжение. Но этой предельной мощности в триоде можно достигнуть при разных соотношениях между анодным током и анодным напряжением, определяемых напряжениями на сетке лампы (при бóльших анодных токах и меньших анодных напряжениях либо при меньших анодных токах, но бóльших анодных напряжениях).

Превышение максимально допустимой мощности ведет к чрезмерно сильному разогреву анода, вследствие чего лампа может прийти в негодность.

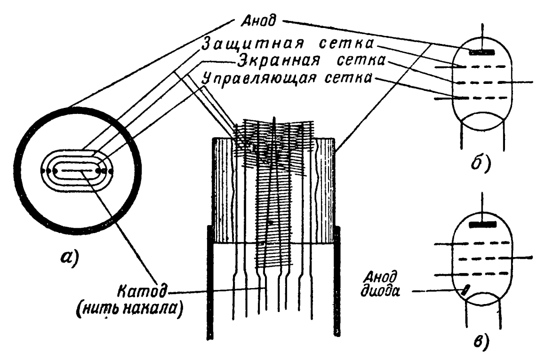
Это явление может произойти в радиоприемнике или усилителе, например, по следующей причине. Обычно их электронные лампы имеют на сетках достаточные отрицательные напряжения, ограничивающие их анодные токи. Однако при некоторых неисправностях в радиоаппаратуре, когда подача отрицательного напряжения на сетку какой-либо лампы прекращается, анодный ток последней может возрасти настолько, что на аноде лампы будет рассеиваться мощность, превышающая максимально допустимую. Анод при этом перегревается, и лампа быстро выходит из строя.

ПЕНТОДЫ

Устройство пентода. Коэффициент усиления электронной лампы можно увеличить, ослабляя влияние изменений ее анодного напряжения на изменения ее анодного тока. Эта возможность используется в лампах, носящих название пентодов.

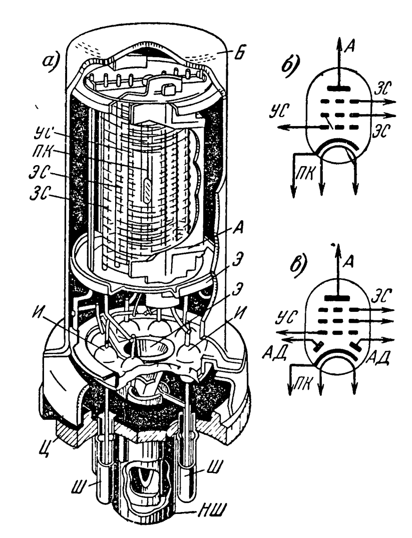
Существуют пентоды двух видов: 1) оконечные, служащие для усиления мощности колебаний низкой (звуковой)

частоты, и 2) высокочастотные, применяемые главным образом для усиления колебаний в. ч. От трехэлектродной лампы пентод отличается тем, что в нем имеется не одна, а три



Фиг. 61. Устройство электродов пентода прямого накала (*а*), его схематическое изображение (*б*) и схематическое изображение диод-пентода прямого накала (*в*).

сетки, расположенные одна внутри другой между катодом и анодом и электрически изолированные друг от друга



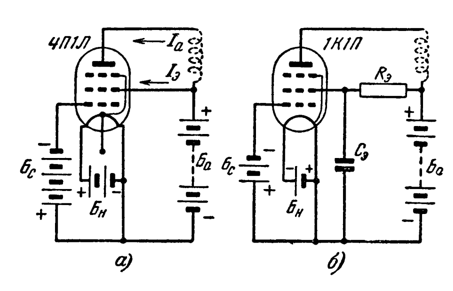
Фиг. 62. Конструкция металлического высокочастотного пентода в разрезе (*а*), его схематическое изображение (*б*) и схематическое изображение подогревного двойного диод-пентода (*в*).

А — анод пентода; *ПК* — подогревный катод; *УС* — управляющая сетка; *ЭС* — экранная сетка, *ЗС* — защитная сетка; *АД* — аноды диодов; *Б* — металлический баллон; *Ц* — цоколь; *Ш* — металлические штырьки цоколя; *НШ* — направляющий штырек; *И* — стеклянные изоляторы; *Э* — дополнительные металлические экраны.

(фиг. 61 и 62). Первая, самая близкая к катоду сетка служит в пентоде той же цели, что и сетка в триоде: изменяя напряжение на этой сетке, изменяют величину анодного то-

ка — управляют анодным током. Поэтому эта сетка называется управляющей.

Вторая сетка пентода, расположенная ближе к управляющей, называется экранной (или экранирующей). Экранная сетка оконечного пентода обычно соединяется с положительным полюсом источника анодного напряжения (батареи, выпрямителя), т. е. на нее подается напряжение такой же величины, как и на анод (фиг. 63,*а*). На экранную сетку высокочастотного пентода обычно подается меньшее напряжение, чем на анод. Для этого экранная сетка может быть соединена с одним из промежуточных элементов анодной батареи. Но чаще ее соединяют с положительным полюсом источника анодного напряжения через сопротивление ($R_э$, фиг. 63,*б*). На этом сопротивлении падает часть напряжения анодной батареи, вследствие чего экранная сетка и получает меньшее напряжение, чем анод. Подобным же способом иногда понижают напряжение, подаваемое на анод оконечного пентода. Экранная сетка соединяется с катодом через блокировочный конденсатор $C_э$.



Фиг. 63. Подключение батарей к пентодам.

Напряжение, подаваемое на экранную сетку, называют сокращенно экранным напряжением и обозначают $U_э$ или U_{c2}.

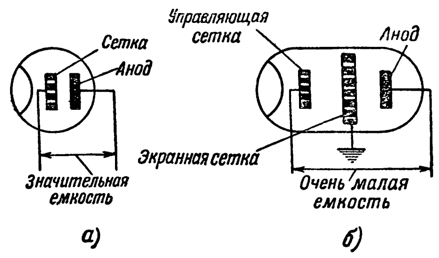
Наконец, третья сетка пентода, расположенная ближе всех к аноду, называется защитной. В большинстве пентодов она соединена с катодом внутри баллона; в некоторых пентодах она выведена к отдельному штырьку на цоколе. Последний обычно соединяют со штырьком катода.

В некоторых оконечных пентодах защитная сетка выполнена не в виде спирали, как управляющая и экранная сетки, а представляет собой две металлические пластинки, расположенные между экранной сеткой и анодом.

Назначение экранной и защитной сеток. Обе эти сетки, как бы «отгораживают» или, как говорят, «экранируют» анод от управляющей сетки и катода и тем самым уменьшают влияние анодного напряжения на летящие к аноду электроны. Вследствие этого изменения анодного напряже-

ния пентода меньше влияют на изменения анодного тока, чем в трехэлектродной лампе. В то же время влияние изменений напряжения на управляющей сетке на изменения анодного тока в пентоде ничем не ограничивается. В результате этого пентоды и имеют бóльшие коэффициенты усиления, чем трехэлектродные лампы.

С первого взгляда может показаться, что ослабление притяжения электронов анодом должно приводить к резкому ослаблению общего электронного потока в пентоде. Однако это не так. Вследствие того, что экранная сетка имеет довольно большое положительное напряжение относительно катода и расположена ближе к нему, чем анод, она достаточно сильно притягивает к себе электроны, и общий электронный поток в лампе может быть достаточно большим. Часть электронов из этого потока попадает на экранную сетку, образуя ток в ее цепи (ток экранной сетки обозначается $I_э$ или I_{c2}), но бóльшая часть электронов все же пролетает через промежутки между проволочками всех трех сеток и достигает анода; вследствие этого анодный ток пентода может быть достаточно большим.



Фиг. 64. К объяснению причины снижения емкости между анодом и катодом при наличии экранной сетки.

Нужно отметить также следующее преимущество пентода перед трехэлектродной лампой. Анод и сетку трехэлектродной лампы можно рассматривать как две обкладки конденсатора, между которыми существует некоторая емкость. Введение в лампу экранной и защитной сеток уменьшает эту емкость. Чтобы понять причину уменьшения емкости между анодом и управляющей сеткой в пентоде, обратимся к фиг. 64. На фиг. 64,*а* схематически показана емкость между анодом и сеткой трехэлектродной лампы. Схема фиг. 64,*б* аналогична схеме 64,*а*, но в ней вместо трехэлектродной лампы схематически показана лампа с экранной сеткой. Здесь обкладка, представляющая собой управляющую сетку, как бы исключена из конденсатора «управляющая сетка — анод»; ее место заняла экранная сетка.

Так как экранная сетка не является сплошной, то все же существует некоторая емкость между отдельными участками

анода и управляющей сетки. Защитная сетка способствует дальнейшему уменьшению этой емкости. В результате у некоторых пентодов она в сотни и тысячи раз меньше, чем у триодов (составляет сотые и тысячные доли пикофарады). Наличие таких малых емкостей между анодом и управляющей сеткой особенно важно для пентодов, применяемых для усиления колебаний в. ч.

Для оконечных пентодов, предназначенных для мощного усиления электрических колебаний низкой частоты, очень важно также следующее обстоятельство. Электроны, летящие от катода, при ударах об анод могут «выбивать» из его атомов новые электроны. Эти электроны носят название в т о р и ч н ы х. В результате и анод начинает излучать электроны — возникает вторичная эмиссия анода. При отсутствии защитной сетки выбитые из анода электроны притягивались бы положительно заряженной экранной сеткой и возник бы поток вторичных электронов навстречу основному потоку. В результате анодный ток лампы уменьшился бы, а ток экранной сетки возрос бы. Это нарушило бы нормальную работу лампы.

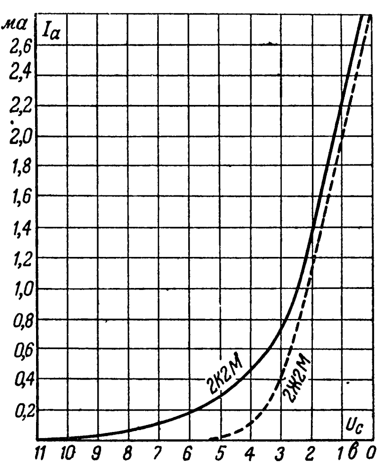
Благодаря наличию в пентоде защитной сетки, соединенной с катодом и поэтому обладающей отрицательным электрическим потенциалом относительно анода и экранной сетки, вторичные электроны отталкиваются ею и возвращаются на анод. Поэтому вторичное излучение электронов в пентоде не нарушает его нормальной работы.

Вследствие указанных достоинств пентодов они широко применяются в радиоаппаратуре.

Параметры пентодов. Высокочастотные пентоды обладают бо́льшими коэффициентами усиления, чем оконечные. При изменении напряжений на аноде и экранной сетке пентода крутизна его характеристики несколько изменяется; в значительно большей мере изменения этих напряжений влияют на внутреннее сопротивление и коэффициент усиления пентода. Наибольший коэффициент усиления и наибольшую крутизну характеристики пентод каждого типа имеет при некоторых определенных (наивыгоднейших) напряжениях на аноде и экранной сетке.

Отметим особенности оконечного пентода прямого накала 4П1Л, применяемого в аппаратуре колхозных радиоузлов КРУ-10 и радиостанциях «Урожай-2». Эта лампа имеет две нити накала, причем один конец одной нити соединен с одним концом другой. К одной из ножек цоколя выведена точка соединения обеих нитей. Сюда же выведена и защитная

сетка. К двум другим ножкам присоединены к каждой не соединенные между собой концы нитей. На последние две ножки пентода 4П1Л может быть включено от батареи напряжение накала с номинальной величиной 4,2 *в* (ножка, к которой выведены обе нити, никуда не присоединяется — фиг. 63,*а*); при этом ток накала идет последовательно через обе нити лампы. Но можно две ножки, относящиеся к отдельным нитям, соединить и включить на них отрицательный полюс батареи накала, а положительный полюс батареи накала подать на общую ножку нитей. При этом обе нити накала пентода 4П1Л оказываются соединенными параллельно и для накала требуется вдвое меньшее напряжение (2,1 *в*).



Фиг. 65. Характеристики пентодов 2К2М с переменной крутизной и 2Ж2М с „короткой" характеристикой.

Отметим, что в некоторых радиоприемниках и усилителях экранная сетка пентода соединяется непосредственно с анодом; иногда с анодом соединяется и защитная сетка (если она выведена отдельно, т. е. не имеет соединения с катодом внутри баллона лампы). При этом пентод по существу используется как трехэлектродная лампа, обладая параметрами последней.

Пентоды с переменной крутизной характеристики. Для применения в радиоприемниках выпускаются высокочастотные пентоды с переменной крутизной характеристики[1]. На фиг. 65 сплошной линией начерчена анодно-сеточная характеристика одного из таких пентодов. Эта характеристика имеет длинный нижний сгиб (или, как говорят, «длинный хвост»). Из нее видно, что если отрицательное напряжение на управляющей сетке такого пентода невелико, то крутизна характеристики относительно велика. С увеличением же отрицательного напряжения крутизна уменьшается. Так, если при смещении около минус 0,5 *в* крутизна характеристики равна около 0,95 *ма/в*, то с увеличением смещения

[1] Их также называют пентодами с удлиненной характеристикой.

до минус 10 *в* она уменьшается до 0,025 *ма/в*, т. е. почти в 40 раз.

Это свойство таких ламп используется при необходимости для изменения усиления радиоприемника.

Указанная форма характеристики пентода с переменной крутизной достигается тем, что его управляющая сетка в средней своей части имеет большее расстояние между витками, чем на краях. При малых отрицательных напряжениях на этой сетке электроны проходят от катода к аноду как через узкие, так и через широкие промежутки между витками. Наибольшее влияние на анодный ток при этом оказывают крайние (густые) части управляющей сетки. Поэтому сравнительно небольшие изменения величины напряжения на управляющей сетке вызывают сравнительно значительное изменение анодного тока, что и соответствует большой крутизне характеристики. При значительном отрицательном напряжении на управляющей сетке густые части сетки не пропускают через себя электроны. Последние могут попадать на анод только через широкие промежутки между средними витками сетки, которые оказывают меньшее влияние на изменение анодного тока при изменениях напряжения на сетке. Поэтому и крутизна характеристики при значительных отрицательных напряжениях на сетке получается небольшой.

На фиг. 64 для сравнения пунктирной линией начерчена характеристика обычного высокочастотного пентода. Пентоды, обладающие подобными характеристиками, в отличие от пентодов с переменной крутизной называют пентодами с короткими характеристиками.

Маркировка пентодов. Наименования высокочастотных пентодов с короткими характеристиками имеют букву Ж (например, 2Ж2М, 6Ж7, 6Ж8, 6Ж3П), а пентодов с переменной крутизной характеристики — букву К (например, 1К1П, 2К2М, 6К9С, 6К7). Наименования оконечных (низкочастотных) пентодов содержат букву П (например, 4П1Л). Цифры и последняя буква в наименовании пентодов имеют такие же значения, как и в лампах других систем.

Буква Л в конце наименования оконечного пентода 4П1Л указывает, что он имеет стеклянный баллон и так называемый замочный или локтальный цоколь, являющийся разновидностью октального цоколя (отличается конструкцией направляющего штырька). Буква М в конце наименования ламп 2К2М и 2Ж2М указывает на то, что эти лампы имеют стеклянные металлизированные баллоны.

Диод-пентоды и двойные диод-пентоды. Наша отечественная промышленность выпускает лампу прямого накала типа 1Б1П, содержащую в своем баллоне, кроме высокочастотного пентода, еще диод. Подогревная лампа 6Б8С в одном баллоне содержит пентод и два диода. Каждая такая лампа может в радиоприемнике одновременно выполнять две функции (усиливать и детектировать колебания).

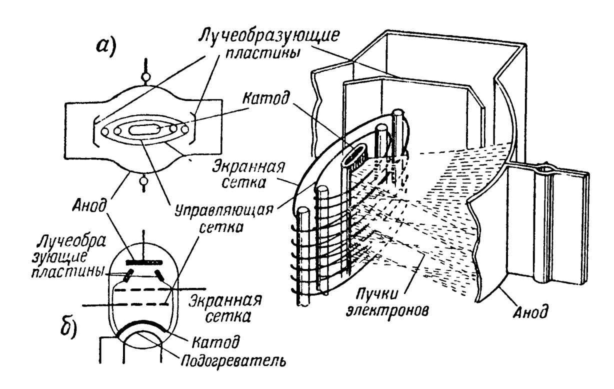
ЛУЧЕВЫЕ ТЕТРОДЫ

В большинстве современных сетевых приемников для мощного усиления электрических колебаний н. ч. применяются подогревные лучевые тетроды типов 6П3С и 6П6С. В батарейных приемниках с той же целью используется лучевой тетрод прямого накала 2П1П. Они обладают большой крутизной характеристики и позволяют получить усиление колебаний н. ч. с меньшими нелинейными искажениями, чем при использовании оконечных пентодов. Поэтому лучевые тетроды почти полностью вытеснили оконечные пентоды из современных радиовещательных приемников.

В лучевом тетроде имеются две сетки: управляющая и экранная (фиг. 66), причем витки управляющей сетки располагаются точно против витков экранной сетки. Вместо защитной сетки в лучевом тетроде имеются две так называемые лучеобразующие пластины, расположенные в промежутке между экранной сеткой и анодом, против проволочных стоек, на которых укреплены витки сеток. Лучеобразующие пластины соединены внутри лампы с ее катодом. Служат они для того, чтобы преградить путь электронам от катода к аноду мимо стоек сеток. При такой конструкции лампы испускаемые ее катодом электроны вынуждены лететь от катода к аноду между витками сеток в виде лучей (фиг. 66). Поэтому эта лампа и получила название «лучевой». Влияние вторичной эмиссии анода в ней исключается вследствие того, что между анодом и экранной сеткой образуется зона нулевого электрического потенциала — нечто вроде отрицательного пространственного заряда, который отталкивает обратно к аноду выбиваемые из него вторичные электроны. Этот заряд образуется из вторичных электронов, выбиваемых из анода. Так как каждый виток экранной сетки «заслонен» от катода витком управляющей сетки, на экранную сетку с катода попадает мало электронов; поэтому ток в цепи экранной сетки лучевого тетрода получается меньшим, чем в цепи экранной сетки аналогичного оконечного пентода.

Наименование лучевых тетродов, так же как и оконечных пентодов, содержит букву П.

Лучевой тетрод 2П1П, так же как и пентод 4П1Л, имеет две нити накала. При последовательном соединении их на накал нужно подавать напряжение 2,4 *в*, а при параллельном (фиг. 67) — 1,2 *в*.

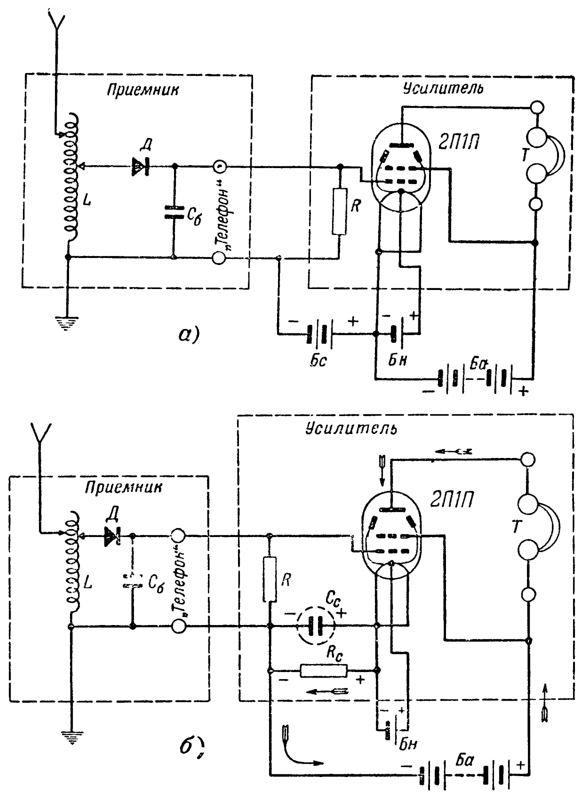


Фиг. 66. Устройство электродов подогревного лучевого тетрода (*а*) и его схематическое изображение (*б*).

ПРОСТЕЙШИЕ УСИЛИТЕЛИ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ЛАМПАМИ

Схема с питанием от батарей. Схема простейшего усилителя с электронной лампой приведена на фиг. 67,*а*. Здесь цепь управляющей сетки лучевого тетрода соединена с гнездами «телефон» детекторного приемника, а телефон электромагнитного типа включен в анодную цепь лампы (между ее анодом и плюсом анодной батареи). Схема работает следующим образом. На управляющую сетку лучевого тетрода, кроме отрицательного смещения от батареи *Бс*, подается также напряжение низкой (звуковой) частоты от приемника. Изменяющееся с низкой частотой напряжение на управляющей сетке вызывает пульсацию анодного тока лампы с той же частотой. Этот ток, проходя по обмоткам катушек телефона, преобразуется в звук, причем он получается более громким, чем звук в телефоне, подключенном непосредственно к детекторному приемнику, так как анодный ток лампы пульсирует сильнее (с большей амплитудой), чем ток, поступающий от детектора. Увеличение громкости звучания телефона (усиление) получается за счет энергии, доставляемой анодной батареей. В этом и заключается усилительное

действие лампы. Так как этот усилитель усиливает электрические колебания, получающиеся после детектора, т. е. колебания н. ч., он носит название усилителя низкой частоты.



Фиг. 67. Схемы простейших усилителей низкой частоты с батарейным питанием.

а — с батарейным смещением; *б* — с автоматическим смещением.

При помощи детекторного приемника и усилителя по схеме фиг. 67,*а* можно осуществлять громкоговорящий прием близко расположенных мощных радиовещательных станций, включив вместо телефона электродинамический трансляционный громкоговоритель или громкоговоритель «Рекорд».

Условия получения наибольшего усиления. Чтобы электронная лампа давала возможно большее усиление подводимых к ее сетке колебаний, необходимо: 1) подать на нить

накала лампы номинальное напряжение накала; 2) подать на ее анод и экранную сетку необходимые положительные напряжения; 3) дать на управляющую сетку соответствующее отрицательное смещение. При нормальном накале лампы громкость звучания телефона или громкоговорителя возрастает с увеличением напряжения анодной батареи; при уменьшении анодного напряжения и напряжения накала громкость уменьшается.

Наименьшие нелинейные искажения в воспроизводимой передаче получаются, когда изменения анодного тока почти пропорциональны изменениям напряжения на управляющей сетке лампы. Это обеспечивается правильным выбором напряжения батареи смещения: смещение должно быть таким, чтобы анодный ток лампы изменялся в пределах прямолинейной части характеристики. Кроме того, при недостаточно большом отрицательном смещении анодный ток лампы может возрасти до величины, при которой мощность рассеяния на аноде превысит максимально допустимую для данной лампы.

Наибольшую громкость звучания можно получить от усилителя с лампой данного типа при данном режиме ее работы, если «нагрузка», включенная в анодную цепь (громкоговоритель или телефон), имеет некоторое вполне определенное сопротивление. Сопротивление такой величины носит название наивыгоднейшего нагрузочного сопротивления лампы и имеет порядок тысяч ом. Различным режимам работы лампы (различным анодным напряжениям и соответствующим им напряжениям отрицательного смещения на сетке) соответствуют различные наивыгоднейшие величины нагрузочного сопротивления.

Схема с автоматическим смещением. На фиг. 67,*б* приведена схема усилителя, отличающаяся от предыдущей тем, что в ней нет батареи смещения *Бс*. Такая схема называется схемой усилителя с автоматическим смещением на управляющей сетке.

В этой схеме между отрицательным полюсом анодной батареи *Ба* и катодом лампы включено сопротивление R_c, через которое проходит анодный ток лампы, создавая на нем падение напряжения. При этом на конце сопротивления R_c соединенном с катодом, получается плюс этого напряжения, а на конце, соединенном с минусом анодной батареи, а также с управляющей сеткой лампы через сопротивление R, — минус. Таким образом, управляющая сетка лампы получает по отношению к ее катоду

отрицательное напряжение. Величина этого напряжения может регулироваться изменением величины сопротивления R_c.

Сопротивление R_c называется сопротивлением автоматического смещения или, кратко, *сопротивлением смещения*. Параллельно ему обычно включается конденсатор C_c емкостью порядка нескольких десятков микрофарад. Конденсатор C_c заряжается до величины напряжения на сопротивлении R_c и поддерживает это напряжение постоянным и независимым от пульсаций анодного тока, проходящего через это сопротивление.

В отличие от схем с автоматическим смещением схемы, у которых смещение на управляющую сетку подается от отдельного источника, называются схемами с *фиксированным смещением*.

Усилитель с питанием от сети переменного тока. Для питания усилителя может быть использована электроэнергия сети электрического освещения. В этом случае вместо анодной батареи *Ба* применяется выпрямитель, выполненный, например, по схеме фиг. 52 или 53. В усилителях с таким способом питания применяются лампы с подогревным катодом, накал которых производится переменным током.

ГЕПТОДЫ

Электронные лампы, носящие название гептодов, применяются в супергетеродинных приемниках для преобразования частоты (см. стр. 152). Наименования этих ламп содержат букву А (1А1П, 6А7, 6А8, 6А10С).

Гептод, кроме анода и катода, имеет пять сеток. Первая (ближайшая к катоду) и третья сетки являются управляющими. Вторая и четвертая сетки, соединенные между собой внутри баллона лампы, являются экранными. Вторая сетка экранирует друг от друга управляющие сетки (первую от третьей), а четвертая — третью сетку от анода. Пятая сетка, ближайшая к аноду, является защитной, т. е. служит для устранения влияния на работу лампы вторичной эмиссии электронов анодом. Она соединена внутри баллона с катодом. На анод и экранные (вторую и четвертую) сетки подаются положительные напряжения, а на управляющие (первую и третью) — отрицательные смещения. Гептод 1А1П имеет катод прямого накала и применяется в приемниках с питанием от батарей. Гептоды 6А7 и 6А10С — подогрев-

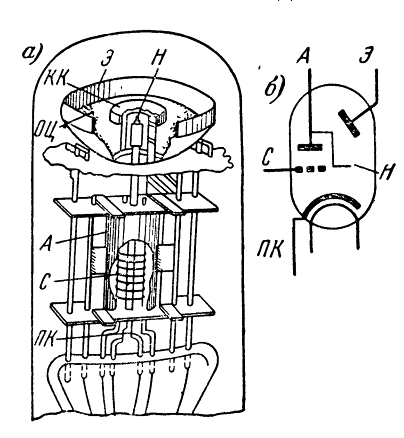
ные; они используются в приемниках с питанием от электросети. Параметры последних двух гептодов совершенно одинаковы, поэтому они взаимозаменяемы. Различаются они только конструкцией баллона: гептод 6А7 — металлический, а 6А10С — стеклянный.

Подогревный гептод 6А8 и гептод прямого накала СБ-242 встречаются только в радиоприемниках устаревших образцов. В этих гептодах сетки соединены и используются иначе. Здесь вторая сетка выполнена в виде двух металлических прутков и играет в преобразователе супергетеродина роль дополнительного анода. Управляющими являются первая и четвертая сетки, а экранными — третья и пятая. Третья сетка экранирует первую и вторую сетки от четвертой, а пятая — четвертую сетку от анода. На анод, вторую, третью и пятую сетки подаются положительные напряжения, а на первую и четвертую — отрицательные смещения.

Работа гептодов рассмотрена в следующей главе.

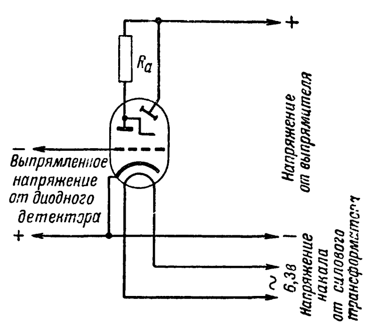
ИНДИКАТОР НАСТРОЙКИ

В некоторых ламповых радиоприемниках применяются так называемые индикаторы настройки типа 6Е5С, облегчающие точную настройку приемников на принимаемые станции. Индикатор настройки представляет собой стеклянный подогревный триод (фиг. 68), в верхней части которого расположен металлический кратер *Э* (вроде маленького блюда). В середине кратера имеется круглое отверстие, через которое выходит конец подогревного катода *ПК*, закрытый черным колпачком *КК*. Кратер изолирован от всех других электродов лампы и имеет вывод к отдельной ножке на цоколе. Внутренняя поверхность кратера покрыта окисью цинка *ОЦ*, которая способна светиться зеленоватым светом под действием падающих на нее электронов. Эта поверхность носит название экрана. Кратер соединяется с плюсом источника анодного напряжения.



Фиг. 68. Устройство электродов индикатора настройки (*а*) и его схематическое изображение (*б*).

Между концом катода и экраном расположен электрод в виде кончика ножа H, соединенный внутри лампы непосредственно с анодом A ее триодной части. Анод лампы и нож соединяются с положительным полюсом источника анодного напряжения через сопротивление $R_a = 1$ *мгом* (фиг. 69).



Фиг. 69. Схема включения индикатора настройки.

Когда на сетке C индикатора имеется настолько большое отрицательное смещение, что анодный ток отсутствует, на сопротивлении R_a не получается падения напряжения, и поэтому напряжение на аноде, ноже и кратере равно напряжению источника. При этом испускаемые катодом электроны одинаково притягиваются всей поверхностью кратера и экран светится равномерно.

Если же уменьшить отрицательное смещение на сетке до такой величины, что появится анодный ток, то на сопротивлении R_a получится падение напряжения, вследствие чего напряжение на аноде и ноже станет меньше, чем на кратере, и в направлении ножа электроны будут притягиваться кратером слабее, чем во всех других направлениях. Вследствие этого число электронов, попадающих на кратер против ножа, уменьшится и в этом месте экран будет светиться слабее — на нем получится тень в виде сектора. Чем меньше отрицательное смещение на сетке, тем меньше положительное напряжение на ноже и шире затемненный сектор на экране. При нулевом напряжении на сетке будет затемнена четвертая часть поверхности кратера.

Схема лампового приемника с индикатором настройки составляется таким образом, чтобы при отсутствии настройки на радиостанцию сетка индикатора настройки имела нулевое смещение. При настройке на станцию на его сетку подается от диодного детектора отрицательное напряжение. В результате, когда приемник не настроен на станцию, на кратере получается наиболее широкая тень, а при приближении к положению точной настройки теневой сектор сужается. Наименьшую ширину он имеет при точной настройке на станцию, так как при этом на его сетке получается наибольшее отрицательное напряжение.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ДЕТАЛИ И ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМ ЛАМПОВЫХ РАДИОПРИЕМНИКОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИЕМНИКОВ

Радиоприемники прямого усиления. Простейшим ламповым радиоприемником является приемник, схема которого приведена выше на фиг. 51. Однако он не дает более громкого приема, чем приемник с кристаллическим детектором, так как включенный в него телефон работает только за счет энергии радиоволн, принятой антенной. Поэтому одноламповые приемники с диодными детекторами почти никогда не применяются.

Из одноламповых самодельных приемников наибольшим распространением среди радиолюбителей пользуются радиоприемники, в которых для детектирования применяются триоды или пентоды. В таких приемниках в большинстве случаев детектирование осуществляется в цепи управляющей сетки лампы. Такое детектирование называется *сеточным*, а лампа, осуществляющая сеточное детектирование, носит название *сеточного детектора*.

Детектируя высокочастотные модулированные колебания, та же лампа усиливает полученные в результате детектирования колебания н. ч. Вследствие этого телефон, включенный в такой приемник, звучит громче, чем в случае приемника с диодным или кристаллическим детектором.

В радиоприемниках с сеточным детектором, как правило, применяется *положительная обратная связь*, увеличивающая амплитуду колебаний в. ч., получаемых от антенны. Такие радиоприемники, носящие название *регенеративных приемников* или *регенераторов*, обеспечивают более громкий прием близко расположенных радиовещательных станций по сравнению с приемниками без обратной связи. Кроме того, на регенератор можно слушать удаленные радиовещательные станции, неслышные на приемники без обратной связи.

Другим способом повышения чувствительности приемника является применение в нем усилителя колебаний в. ч. с пентодом, называемого сокращенно *усилителем в. ч.* В таком приемнике колебания в. ч., принятые антенной, поступают из антенного контура на усилитель в. ч., который усиливает их (увеличивает их амплитуду) и подает на детектор. Детектирование усиленных колебаний в. ч., как

правило, осуществляется другой электронной лампой (триодом или пентодом), работающей, как сеточный детектор, часто с обратной связью.

Радиоприемники, в которых модулированные колебания в. ч. преобразуются непосредственно в колебания н. ч., называются приемниками прямого усиления.

Супергетеродины. В большинстве современных радиоприемников принимаемые модулированные высокочастотные колебания поступают на преобразователь частоты, работающий с гептодом (см. стр. 117), который преобразует эти колебания в модулированные колебания другой, тоже высокой частоты, носящие название колебаний промежуточной частоты. Преобразователь устроен так, что частота любой радиовещательной станции, на которую может быть настроен приемник, всегда преобразуется в колебания одной и той же промежуточной частоты. В радиовещательных приемниках применяется промежуточная частота 465 *кгц,* иногда 110 *кгц*. Колебания промежуточной частоты с преобразователя поступают на усилитель промежуточной частоты, в котором работает высокочастотный пентод. Усиленные им колебания промежуточной частоты поступают на второй детектор, в котором чаще всего работает диод. От второго детектора уже получаются колебания н. ч. Такие радиоприемники называются супергетеродинными приемниками или супергетеродинами. В некоторых из них имеются каскады усиления высокой частоты, т. е. в них колебания в. ч. до преобразования частоты подвергаются предварительному усилению.

Каскады усиления низкой частоты. Колебания н. ч., получаемые от детектора, настолько слабы, что не могут заставить звучать громкоговоритель с достаточной громкостью. Поэтому в приемниках с громкоговорителями применяют каскады усиления н. ч., усиливающие получаемые от детекторов слабые колебания до необходимой мощности. Чтобы получить достаточно громкий прием очень отдаленных радиовещательных станций, в большинстве случаев бывает необходимо иметь в приемнике по крайней мере двухкаскадный усилитель н. ч. В этом случае колебания н. ч. от детектора поступают в цепь управляющей сетки лампы первого каскада усилителя н. ч., усиливаются этим каскадом и подаются в цепь сетки лампы второго каскада, который усиливает их еще больше. В анодной цепи второго каскада получаются низкочастотные колебания с мощно-

стью, достаточной для громкого звучания громкоговорителя. Последний каскад приемника носит название оконечного (выходного), а предшествующий ему — каскадом предварительного усиления н. ч.

В усилителях низкой частоты применяется отрицательная обратная связь, позволяющая улучшать качество работы этих усилителей, а именно: а) сделать более равномерным усиление различных звуковых частот в пределах необходимой полосы; б) уменьшить создаваемые усилителем нелинейные искажения; в) при одних и тех же лампах и источниках питания получить от усилителя бо́льшую неискаженную мощность; г) уменьшить фон переменного тока в громкоговорителе приемника, питаемого от сети переменного тока.

«Батарейные» и «сетевые» приемники. Ламповые радиоприемники классифицируются также по способу их питания. Приемники, которые питаются от гальванических (или аккумуляторных) батарей, называют батарейными. Радиоприемники, использующие для своей работы энергию из электросети, называют сетевыми. В составе сетевого приемника всегда имеется кенотронный или селеновый (см. стр. 174) выпрямитель.

Заметим, что сетевые радиоприемники, содержащие в себе выпрямители с силовыми трансформаторами, включать в электросети постоянного тока нельзя: при таком включении возможно повреждение силовых трансформаторов.

Классы приемников. Кроме указанных выше делений ламповых радиоприемников, все выпускаемые промышленностью радиовещательные приемники разделяются на классы.

Отнесение приемника к тому или другому классу определяется в основном: 1) качеством воспроизведения им радиопередач; 2) наибольшей громкостью звучания, которую может обеспечить громкоговоритель приемника; 3) количеством радиовещательных диапазонов, на которых может производиться радиоприем; 4) чувствительностью — способностью воспроизводить передачи удаленных радиостанций; 5) избирательностью — способностью обеспечивать прием без помех со стороны нежелательных радиостанций, а также рядом других показателей приемника.

Наиболее простые и дешевые радиовещательные приемники — приемники четвертого класса (к ним относятся сетевые приемники типов «Москвич», «АРЗ» и батарейный приемник «Тула») — должны в соответствии с государствен-

ным общесоюзным стандартом на радиовещательные приемники обеспечивать воспроизведение полосы звуковых частот 200—3 000 *гц*. Громкоговорители сетевых приемников этого класса могут создавать максимальные звуковые давления 3,5 бара при коэффициенте гармоник не свыше 10—12%, а батарейных приемников — 1,5 ÷ 2,5 бара.

Приемники четвертого класса рассчитаны для приема только на длинноволновом (723—2 000 *м*) и средневолновом (188—577 *м*) радиовещательных диапазонах. Они содержат обычно по две-четыре электронные лампы.

Радиовещательные приемники третьего класса обладают несколько более широкой полосой воспроизводимых частот — 150 ÷ 3 500 *гц*, причем громкоговорители сетевых приемников должны создавать максимальные звуковые давления — 4,5 бара, громкоговорители батарейных приемников — 3 бара. Коэффициент нелинейных искажений при этих давлениях не должен превышать 10—12%. Число ламп в радиоприемниках третьего класса не превышает пяти. Третьему классу соответствует сетевой приемник «Рекорд». Кроме длинноволнового и средневолнового диапазонов (таких же, как и в радиоприемниках четвертого класса), он имеет коротковолновый диапазон 24,8—76 *м*.

Радиовещательные приемники второго класса (к их числу относятся сетевые приемники «Урал», «Рига-6», «Балтика», «Баку», «Звезда» и батарейные приемники серии «Родина») обеспечивают воспроизведение полосы частот 100—4 000 *гц*. Громкоговорители сетевых приемников этого класса создают максимальное звуковое давление не менее 10 бар при коэффициенте гармоник не более 7—10%. Для обеспечения такого звукового давления оконечный каскад приемника должен отдавать громкоговорителю электрическую мощность звуковой частоты около 1,5 *вт*.

Громкоговорители батарейных радиоприемников второго класса создают звуковое давление около 3 бар при коэффициенте гармоник 7—10%. Для обеспечения такого звукового давления оконечный каскад приемника должен отдавать громкоговорителю электрическую мощность звуковой частоты около 0,15 *вт*.

На приемниках второго класса можно вести радиоприем на длинноволновом (723—2 000 *м*), средневолновом (188—577 *м*) и коротковолновом (24,8—75 *м*) диапазонах. Чувствительность этих приемников лучше, чем радиоприемников третьего и четвертого классов, т. е. на них можно принимать более отдаленные станции, а близкие станции

слушать с большей громкостью. Приемники второго класса обладают и лучшей избирательностью. Число электронных ламп в радиоприемниках этого класса достигает семи.

Радиовещательные приемники первого класса (к ним относятся приемники «Мир» и «Рига-10») обладают высокими чувствительностью и избирательностью, широкой полосой воспроизводимых частот (60—6 500 *гц*) и красивым внешним оформлением. Громкоговорители этих приемников могут развивать звуковые давления до 20—25 бар при коэффициенте гармоник на частотах 100—6 500 *гц* не более 5—7%, т. е. могут обеспечить очень громкое воспроизведение передач. Чтобы получить такие большие звуковые давления, оконечный каскад приемника первого класса должен отдавать электрическую мощность звуковой частоты не менее 4 *вт*. Число ламп в приемниках первого класса достигает 12—14. Приемники первого класса позволяют вести прием на длинноволновом, средневолновом и коротковолновом радиовещательных диапазонах. Имея большое число ламп и отдавая значительную мощность колебаний звуковой частоты при высоких качественных показателях, приемники первого класса потребляют значительную мощность. В связи с этим приемники первого класса с питанием от батарей не выпускаются.

Нужно отметить, что радиоприемники первого, второго и третьего классов выполняются только по супергетеродинным схемам.

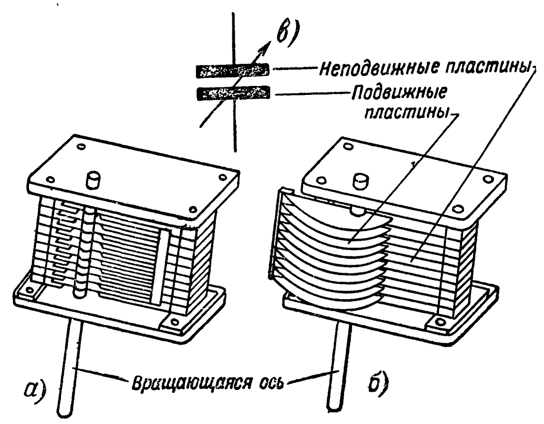
ДЕТАЛИ ЛАМПОВЫХ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Ламповые радиоприемники, кроме электронных ламп, содержат в себе различные радиодетали: конденсаторы, катушки индуктивности, сопротивления и др.

Прежде чем перейти к рассмотрению элементов схем ламповых радиоприемников, познакомимся с устройством радиодеталей наиболее распространенных видов.

Конденсатор переменной емкости. Настройка колебательного контура лампового радиоприемника чаще всего производится конденсатором переменной емкости. Основными частями такого конденсатора являются латунные, медные или алюминиевые пластинки, собранные в две группы. Пластинки одной группы укрепляются неподвижно, а пластинки другой группы, имеющие форму, близкую к полукруглой, крепятся на металлической оси (фиг. 70). При вращении оси подвижные пластинки входят в промежутки между неподвижными пластинками, не соприкасаясь с ни-

ми, так, что между подвижными и неподвижными пластинками имеется небольшой воздушный промежуток. Пластинки одной группы не имеют металлического соединения с пластинками другой группы, что достигается применением изоляционных материалов. Для включения конденсатора переменной емкости в контур он имеет контакты для припайки проводов. Один из контактов соединяется с группой подвижных пластин, а другой — с группой неподвижных



Фиг. 70. Конденсатор переменной емкости (*а*, *б*) и его изображение на схемах (*в*).

пластин. Иногда для соединения с группой неподвижных пластин имеется несколько контактов.

Когда ось конденсатора повернута так, что подвижные пластинки полностью находятся между неподвижными (фиг. 70,*а*), конденсатор имеет максимальную емкость; когда же ось конденсатора повернута на полоборота (на 180°) от этого положения (фиг. 70,*б*), конденсатор имеет минимальную емкость. Последнюю называют также **начальной** емкостью. При промежуточных положениях подвижных пластин емкость конденсатора имеет промежуточную величину, причем она тем больше, чем бóльшая часть подвижных пластин находится между неподвижными пластинами.

Настройка колебательного контура производится путем вращения оси переменного конденсатора. Когда подвижные пластины полностью выдвинуты из промежутков между неподвижными пластинами, контур настроен на самую высокую частоту (самую короткую волну) из тех, на кото-

рые его можно настроить при данной катушке индуктивности. По мере того как подвижные пластины входят в промежутки между неподвижными, настройка контура плавно изменяется: он настраивается на все меньшие и меньшие частоты (длина волны увеличивается). Когда подвижные пластины полностью находятся между неподвижными, контур настроен на самую малую частоту (самую длинную волну), которую можно получить при данной катушке.

Конденсаторы переменной емкости, применяемые в радиовещательных приемниках, в большинстве случаев обладают максимальной емкостью 450—500 *пф* и начальной емкостью порядка 15—25 *пф*.

Верньеры. Конденсаторы переменной емкости радиоприемников, как правило, снабжаются механизмами, называемыми в е р н ь е р а м и, служащими для облегчения точной настройки приемника на нужную станцию. Верньер замедляет вращение оси конденсатора: при полном обороте ручки верньера ось, на которой укреплены подвижные пластины, поворачивается всего на несколько градусов. Поэтому, чтобы изменить емкость конденсатора от минимальной до максимальной величины или наоборот, необходимо сделать несколько полных оборотов ручки.

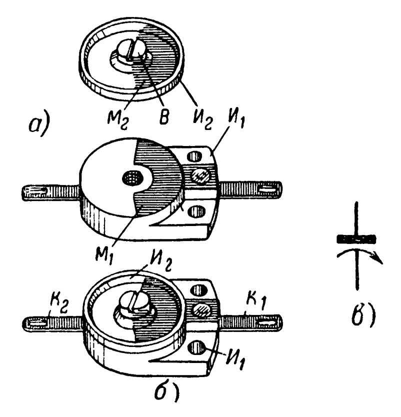
Блоки конденсаторов переменной емкости. В многоламповых приемниках имеется по два-три колебательных контура, которые должны настраиваться одновременно. Для упрощения процесса настройки таких приемников подвижные пластины конденсаторов переменной емкости их колебательных контуров укрепляются на общей оси, которая приводится во вращение общей ручкой при помощи верньера. Такое устройство носит название к о н д е н с а т о р н о г о б л о к а. Наиболее распространены блоки, состоящие из двух конденсаторов; в приемниках первого класса применяются блоки из трех конденсаторов переменной емкости.

Шкалы настройки. Конденсаторы переменной емкости и блоки снабжаются шкалами с подвижными указателями. Когда ось конденсатора (блока) вращают, указатель передвигается по шкале и дает возможность судить о том, насколько подвижные пластины вошли в промежутки между неподвижными. Некоторые шкалы разделены на угловые градусы, т. е. их указатели показывают углы, на которые повернуты оси конденсаторов. На шкалах блоков конденсаторов переменной емкости радиоприемников часто наносятся градуировка непосредственно в длинах волн (или ча-

стотах) или наименования станций. Такие шкалы удобны тем, что при помощи них легко произвести настройку приемника на желательную станцию.

Подстроечные конденсаторы. Для хорошей работы приемника часто необходимо, чтобы два-три колебательных контура настраивались точно на одну и ту же частоту.

Однако практически не представляется возможным изготовить конденсаторы блока и катушки колебательных контуров настолько одинаковыми, чтобы при каждом данном угле поворота оси блока контуры настраивались точно на одну и ту же заданную частоту (волну). Чтобы устранить эту разницу в настройке, параллельно каждому конденсатору переменной емкости включается так называемый подстроечный конденсатор переменной емкости с максимальной емкостью 15—25 *пф* (фиг. 71). Уменьшая или увеличивая их емкости, можно устранить расхождение в настройке контуров. Подвижные пластины подстроечных конденсаторов устанавливаются в нужные положения и закрепляются в этих положениях на заводе во время регулировки приемников и при исправной работе последних никакой подстройки в эксплуатации не требуют. Подстроечные конденсаторы ручками не снабжаются, и регулировка их производится при помощи отверток.



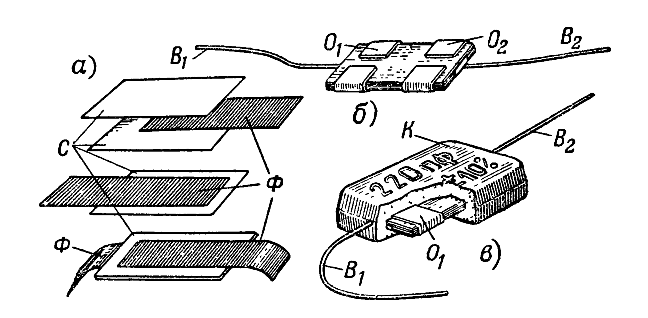
Фиг. 71. Детали наиболее распространенной конструкции подстроечного конденсатора (*а*), его общий вид (*б*) и изображение на схемах радиоаппаратуры (*в*).

$И_1$ — неподвижное керамическое основание; $И_2$ — вращаемый керамический диск; $В$ — винт для его вращения; $М_1$, $М_2$ — металлизация; $К_1$, $К_2$ — контактные выводы.

Слюдяные конденсаторы постоянной емкости типа КСО. В колебательных контурах радиоприемников и других их цепях, где протекают токи высокой и промежуточной частот, применяют также конденсаторы постоянной емкости типа КСО. Они используются также в каскадах усиления н. ч.

Слюдяной конденсатор типа КСО состоит из пачки листочков свинцово-оловянной фольги *Ф* (тонких пластинок из сплава свинца и олова), между которыми проложены

пластинки слюды C (фиг. 72,*а*). Как видно из этой фигуры, концы листочков фольги выступают за края слюдяных пластинок поочередно с одной и другой сторон. Вся пачка из листочков фольги и слюдяных пластинок скрепляется двумя металлическими обжимками O_1 и O_2 (фиг. 72,*б*) и пропитывается воскообразным веществом — церезином. Загнутые под обжимки концы листочков фольги оказываются в результате надежно соединенными между собой.



Фиг. 72. Слюдяной конденсатор типа КСО.

а — обкладки и прокладки конденсатора; *б* — пачка, собранная из обкладок и прокладок; *в* — общий вид конденсатора (часть конденсатора показана в разрезе); C — слюдяные прокладки; $Ф$ — фольговые обкладки; O_1, O_2 —латунные обжимки; B_1 — проволочный вывод одной обкладки; B_2 — проволочный вывод второй обкладки; $К$ — пластмассовый корпус.

Далее, вся пачка запрессовывается в пластмассовую оболочку $К$ (фиг. 72,*в*), которая защищает конденсатор от механических повреждений и влаги. Конденсатор включается (подпаивается) в схему радиоприемника или усилителя при помощи двух проволочных выводов B_1 и B_2, одни концы которых припаяны к обжимкам, а другие выступают из пластмассовой оболочки.

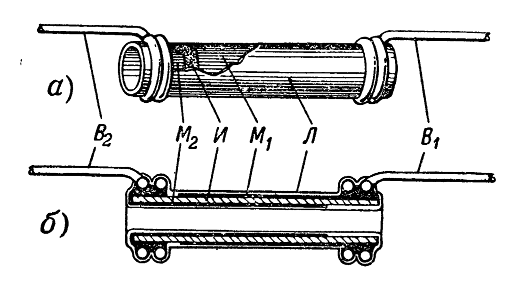
Чем больше пластинок содержит конденсатор и чем больше площадь каждой из них, тем больше емкость конденсатора.

В некоторых конденсаторах типа КСО обкладки выполнены в виде тонкого слоя серебра, нанесенного непосредственно на поверхность слюдяных пластинок. Выводы от обкладок сделаны из полосок фольги.

Конденсаторы типа КСО изготовляются различных размеров на рабочие напряжения 250, 500 и более вольт и имеют емкости от единиц до десятков тысяч пикофарад.

Керамические конденсаторы типа КТК. В колебательных контурах радиоприемников применяются также конденсаторы типа КТК.

Конденсатор КТК представляет собой тонкостенную трубочку *И* внешним диаметром 6 *мм* из специальной керамики (фиг. 73), внешняя и внутренняя поверхности которой покрыты тонкими слоями серебра M_1 и M_2. Они не имеют электрического соединения между собой и образуют обкладки конденсатора. Выводы от обкладок выполнены в виде припаянных к ним кусков медной проволоки B_1 и B_2. Конденсатор покрывается слоем лака *Л*, который защищает его от действия влаги (на фиг. 73,*б* слои серебра и лака для лучшей наглядности показаны непропорционально толстыми).



Фиг. 73. Керамический трубчатый конденсатор типа КТК.

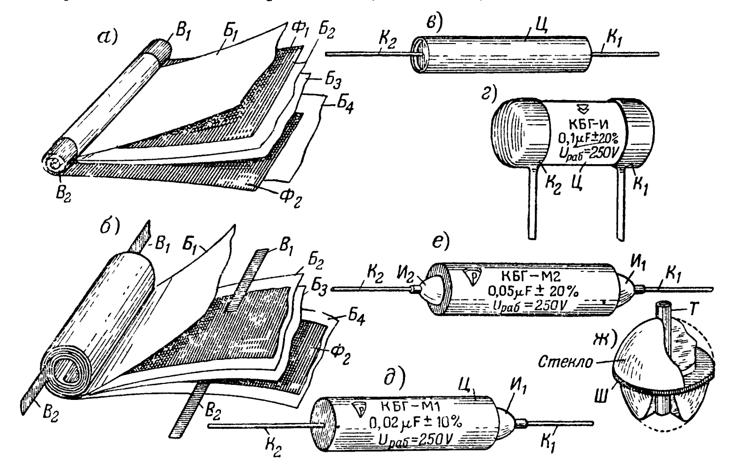
а — общий вид; *б* — разрез: *И* — керамическая трубка; M_1 — внешняя обкладка; M_2 — внутренняя обкладка; B_1 — проволочный вывод от внешней обкладки; B_2 — проволочный вывод от внутренней обкладки; *Л* — слой лака (на общем виде конденсатора он частично удален).

Трубчатые керамические конденсаторы КТК изготовляются пяти размеров на рабочие напряжения до 500 *в* и емкости 2—750 *пф*.

Бумажные конденсаторы. В радиоприемниках широко распространены также бумажные конденсаторы. Их обкладки представляют собой ленты из фольги ($Ф_1$ и $Ф_2$ — фиг. 74,*а* и *б*), между которыми проложены ленты из тонкой бумаги ($Б_1$, $Б_2$, $Б_3$, $Б_4$), пропитанной вазелином или церезином. Чередующиеся фольговые и бумажные ленты свернуты в рулон (пакет). В конденсаторах малой емкости, где длина лент невелика, обычно применяют медную фольгу. Одна из фольговых лент по всей длине выступает за края бумажных лент в одну сторону, а другая — в другую

сторону (фиг. 74,*а*). Концы фольги, свернутой в трубочку, образуют выводы от обкладок (B_1 и B_2).

В конденсаторах большой емкости, где длина лент велика, обычно применяются ленты из алюминиевой фольги, ширина которых меньше ширины бумажных лент (фиг. 74,*б*). В этом случае выводы от обкладок выполняются из узких полосок фольги (B_1 и B_2).



Фиг. 74. Бумажные цилиндрические конденсаторы,

а — прокладки и обкладки конденсатора малой емкости; *б* — прокладки, обкладки и выводы от них конденсатора большой емкости; *в* — общий вид конденсатора типа КБ; *г* — общий вид конденсатора типа КБГ-И; *д* — общий вид конденсатора типа КБГ-М1; *е* — общий вид конденсатора типа КБГ-М2; *ж* — конструкция стеклянного выводного изолятора (разрез), $Ф_1$, $Ф_2$ — обкладки из фольги, $Б_1$, $Б_2$, $Б_3$, $Б_4$ — бумажные прокладки; B_1 — вывод обкладки $Ф_1$; B_2 — вывод обкладки $Ф_2$; $К_1$ — металлический колпачок с ленточным выводом или проволочный вывод от обкладки $Ф_1$; $К_2$ — то же от обкладки $Ф_2$; *Ц* — корпус конденсатора; $И_1$, $И_2$ — стеклянные изоляторы; *Т* — трубка для вывода проводника сквозь изолятор; *Ш* — шайба для припайки изолятора к корпусу конденсатора.

Простейшими из бумажных конденсаторов являются конденсаторы типа КБ (фиг. 74,*в*). В них рулон из фольги и бумаги заключен в картонную трубочку *Ц* диаметром 14—32 *мм*, а фольговые выводы обкладок припаяны к кускам медных проволочек $К_1$ и $К_2$, выходящим из трубки.

Конденсаторы КБ выпускаются на рабочие напряжения 200, 400 и 600 *в* и имеют емкости 0,01 *мкф* (10 000 *пф*) — 0,5 *мкф*. Недостатком конденсаторов КБ является то, что их картонный корпус плохо защищает прокладки от действия влаги. Поэтому при работе во влажной атмосфере прокладки могут отсыреть и между обкладками может возникнуть значительная утечка, нарушающая нормальную работу конденсатора.

От этого недостатка свободны конденсаторы типов КБГ, имеющие герметические (влагонепроницаемые) корпуса. На фиг. 74,*г* показан общий вид конденсатора типа КБГ-И, корпус *Ц* которого представляет собой трубочку из керамики. Концы трубочки герметически закрыты металлическими колпачками K_1 и K_2, к которым изнутри припаяны выводы от обкладок конденсатора. Конденсатор КБГ-И включается в схему металлическими ленточками, электрически соединенными с колпачками.

На фиг. 74,*д* и *е* приведены общие виды герметизированных конденсаторов типов КБГ-М1 и КБГ-М2, имеющих цилиндрические металлические корпусы *Ц* диаметром 10—17 *мм.* У конденсатора типа КБГ-М1 (фиг. 74,*д*) одна из обкладок соединена непосредственно с корпусом (внутри него), а вывод от другой обкладки припаян к проволочке K_1, которая выходит из корпуса наружу через стеклянный изолятор $И_1$. В конденсаторе КБГ-М2 (фиг. 74,*е*) выводы от обеих обкладок изолированы от корпуса при помощи стеклянных изоляторов $И_1$ и $И_2$.

На фиг. 74,*ж* стеклянный изолятор показан в увеличенном виде. Его металлическая шайба *Ш* припаивается к корпусу конденсатора, а через металлическую трубочку *Т* выводится проволока. После этого отверстие трубочки запаивается.

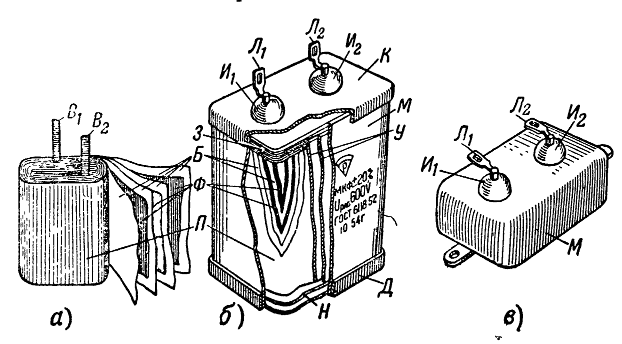
Конденсаторы КБГ-И, КБГ-М1 и КБГ-М2 выпускаются на такие же рабочие напряжения, как и конденсаторы типа КБ; емкость герметизированных конденсаторов КБГ-И, КБГ-М1 и КБГ-М2 — от 470 *пф* до 0,25 *мкф.*

Конденсаторы КБГ-М1 используются только в тех случаях, когда одна из обкладок конденсатора должна быть по схеме заземлена (соединена с корпусом радиоаппарата).

В радиоаппаратуре встречаются также герметизированные конденсаторы типов КБГ-МН и КБГ-МП (фиг. 75). Эти конденсаторы изготовляются на рабочие напряжения 200—1 500 *в.* Конденсаторы КБГ-МН бывают емкостью 0,25—10 *мкф*, а КБГ-МП — от 10 000 *пф* (0,01 *мкф*) до 2 *мкф.* Пакеты (секции) *П* этих конденсаторов соответственно форме их металлических корпусов *М* — плоские. Конденсаторы большой емкости (порядка 1 *мкф*) содержат в общем корпусе по нескольку параллельно соединенных секций. Выводы от обкладок *Ф* этих конденсаторов сделаны фольговыми полосками B_1 и B_2, к которым припаяны проволочки, выходящие наружу через стеклянные изоляторы $И_1$ и $И_2$. К концам трубочек изоляторов припаяны ме-

таллические «лепестки» $Л_1$ и $Л_2$. К этим лепесткам припаиваются проводники схемы радиоаппарата.

Помехозащитные конденсаторы (см. стр. 68) по своему внутреннему устройству подобны бумажным герметизированным конденсаторам.



Фиг. 75. Бумажные конденсаторы типов КБГ-МН и КБГ-МП.

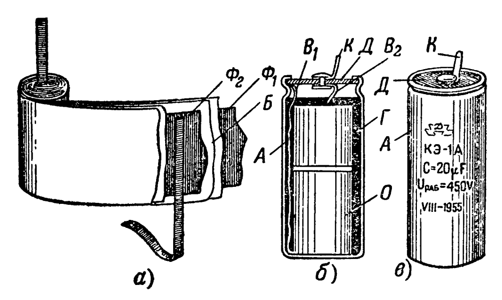
а — плоская секция конденсатора; *б* — общий вид конденсатора КБГ-МН; *в* — общий вид конденсатора КБГ-МП; *П* — секция конденсатора; $В_1$, $В_2$ — выводы от обкладок; *М* — металлический корпус; *К* — металлическая крышка корпуса; *Д* — металлическое дно корпуса; $И_1$, $И_2$ — стеклянные выводные изоляторы; $Л_1$, $Л_2$ — лепестки для припайки монтажных проводников; *У* — картонные уплотняющие прокладки; *Н* — нижняя картонная прокладка; *З* — вазелиновая заливка; *Б* — бумага, пропитанная вазелином; *Ф* — фольга.

Стирофлексные конденсаторы. Стирофлексные конденсаторы по своему устройству подобны цилиндрическим бумажным конденсаторам, только в них вместо пропитанной вазелином или церезином бумаги применяется тонкая лента из полистирола — прозрачной пластмассы. Стирофлексные конденсаторы выпускаются емкостью от нескольких сотен пикофарад до десятых долей микрофарады. Применяются они в самых разнообразных цепях радиоаппаратуры.

Электролитические конденсаторы. Электролитические конденсаторы бывают высоковольтные, рассчитанные для работы под напряжением постоянного тока до 300—450 *в*, и низковольтные, предназначенные для работы под напряжением, не превышающим 12—20 *в*. Первые применяются главным образом в сглаживающих фильтрах выпрямителей (см. стр. 97), питающих радиоприемники и усилители, а вторые — преимущественно для шунтирования сопротивлений автоматического смещения в схемах радиоприемников и усилителей (см. стр. 116).

Преимуществом электролитических конденсаторов перед конденсаторами всех других типов является то, что элек-

тролитические конденсаторы обладают при малых размерах большими емкостями. Наиболее распространенный в массовой радиоаппаратуре электролитический конденсатор КЭ-1 состоит из двух полосок алюминиевой фольги (фиг. 76,*а*). Поверхность одной из них ($Ф_1$) оксидирована (покрыта тонким слоем окислов). Вторая полоска ($Ф_2$) не оксидирована. Между алюминиевыми полосками проложена бумажная лента *Б*, пропитанная раствором, в который входят борная кислота и невысыхающие жидкости (типа



Фиг. 76. Электролитический конденсатор типа КЭ-1.

а — устройство обкладок и прокладок; *б* — конденсатор в разрезе; *в* — общий вид конденсатора; $Ф_1$ — оксидированная фольга; $Ф_2$ — неоксидированная фольга; *Б* — бумага, пропитанная электролитом; $В_1$ — вывод от неоксидированной обкладки; $В_2$ — вывод от оксидированной обкладки; *О* — бумажная обертка; *А* — алюминиевый корпус; *Д* — донышко корпуса из изоляционного материала; *К* — контактный вывод (+); *Г* — заливка гудроном.

глицерина). Эта многослойная полоса скатывается в рулон и помещается в алюминиевый сосуд *А* (фиг. 76,*б* и *в*). Неоксидированная алюминиевая полоса соединена фольговой полоской $В_1$ с сосудом, а оксидированная — такой же полоской $В_2$ с контактом *К*, укрепленным на верхней крышке *Д* сосуда, сделанной из изоляционного материала.

Диэлектриком (изолятором между обкладками) в конденсаторе является тонкий слой оксида на поверхности ленты из алюминиевой фольги $Ф_1$, одной из обкладок — сама эта лента, а второй — пропитанная электролитом бумага *Б*. При помощи неоксидированной ленты $Ф_2$ осуществляется соединение внешней цепи с пропитанной бумагой. К верхнему контакту конденсатора *К* (к оксидированной ленте) всегда присоединяется положительный полюс напряжения, а к корпусу конденсатора *А* — отрицательный. Обратное включение недопустимо, так как при нем разрушается

оксидный слой на алюминиевой ленте и конденсатор выходит из строя.

Кроме описанного электролитического конденсатора типа КЭ-1, в радиоаппаратуре встречаются также цилиндрические электролитические конденсаторы КЭ-2 и герметизированные электролитические конденсаторы типа КЭГ. По внешнему виду электролитические конденсаторы КЭГ-1 — такие же, как и бумажные конденсаторы типа КБГ-МН, а конденсаторы КЭГ-2 — как КБГ-МП (фиг. 75,*б* и *в*).

В условиях массового заводского производства трудно изготовлять конденсаторы с точно определенными емкостями. К тому же в большинстве случаев нет необходимости применять в радиовещательной приемо-усилительной аппаратуре конденсаторы со строго определенными емкостями. Как мы уже говорили, в процессе изготовления радиоприемников настройку их колебательных контуров всегда приходится «подгонять» при помощи подстроечных конденсаторов (см. стр. 127). При их помощи всегда можно получить нужную общую емкость контура, даже если емкость конденсатора постоянной емкости отличается от расчетной (номинальной).

В связи с этим в приемной и усилительной радиоаппаратуре применяются слюдяные, керамические, бумажные и стирофлексные конденсаторы постоянной емкости, действительные емкости которых могут отличаться от обозначенных на них (номинальных) в сторону увеличения или уменьшения на 10 или 20%. Возможные пределы отклонения емкости обычно указываются на конденсаторе. Если, например, на конденсаторе написано: «100 *пф* $\pm$10%», это значит, что его емкость может быть не менее 90 и не более 110 *пф*.

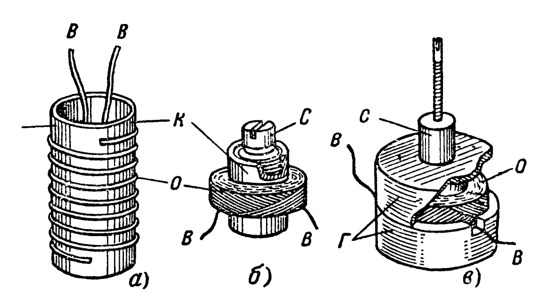
Емкость электролитического конденсатора может отличаться от обозначенной на нем еще больше.

Контурные катушки. Чтобы иметь возможность настраивать приемник на радиостанции, работающие на нескольких радиовещательных диапазонах, в каждом колебательном контуре приемника необходимо иметь соответствующее количество катушек индуктивности.

Катушки, используемые для настройки приемника в коротковолновом диапазоне, мы в дальнейшем будем называть сокращенно коротковолновыми катушками, а катушки, используемые для настройки в средневолновом и длинноволновом диапазонах,— соответственно средневолновыми и длинноволновыми катушками.

Коротковолновые катушки наматываются из изолированного провода в один слой на цилиндрических каркасах из изоляционного материала (фиг. 77,*а*).

Длинноволновые и средневолновые катушки делаются многослойными, и намотка их витков ведется зигзагообразно. Такие катушки называются катушками типа «Универсаль» (фиг. 77,*б*). Иногда длинноволновая катушка составляется из нескольких катушек «Универсаль», располагаемых на общем каркасе. Катушки одного и того же колеба-



Фиг. 77. Контурные катушки радиоприемников.

а — однослойная коротковолновая катушка; *б* — катушка типа „Универсаль" с сердечником из магнитного высокочастотного материала; *в* — катушка типа „Универсаль" с „горшковым" сердечником, *К* — каркас из изоляционного материала; *О*—обмотка из изолированного провода; *В* — выводы концов обмотки; *С* — подвижной сердечник из магнитного материала; *Г* —„горшки" из магнитного материала. На фиг. *б* показана отломанной часть каркаса, а на фиг. *в* показана отломанной часть „горшка".

тельного контура, относящиеся к различным диапазонам, иногда также размещаются на общем каркасе.

В большинстве современных приемников контурные катушки (особенно длинноволновые и средневолновые) имеют сердечники цилиндрической формы из специальных, содержащих мелкие частицы железа, материалов, рассчитанных для работы в высокочастотных магнитных полях (фиг. 74,*б*). Кроме известного уже нам альсифера (см. стр. 72), для изготовления таких сердечников применяют карбонильное железо и магнетит, которые по своим свойствам подобны альсиферу.

Применение упомянутых сердечников позволяет изготовлять катушки с меньшим числом витков, а значит, и меньших размеров при той же индуктивности. Кроме того, передвигая сердечник внутри каркаса катушки, можно изменять в некоторых пределах (на 10—20%) ее индуктив-

ность. Это облегчает точную установку пределов диапазонов колебательных контуров (так же как и подстроечный конденсатор).

Катушка, показанная на фиг. 77,*б*, имеет магнитный сердечник с резьбой. Изменение индуктивности такой катушки осуществляется вращением сердечника при помощи отвертки.

Последнее время в радиоприемниках стали широко применять катушки с так называемыми «горшковыми» магнитными сердечниками.

Конструкция такой катушки показана на фиг. 77,*в*. Здесь катушка помещена в разъемную коробочку («горшок») из магнитного высокочастотного материала. Это позволяет еще больше уменьшить число витков и размеры катушки при той же индуктивности. Передвигая цилиндрический сердечник в отверстии «горшка», можно изменять индуктивность катушки.

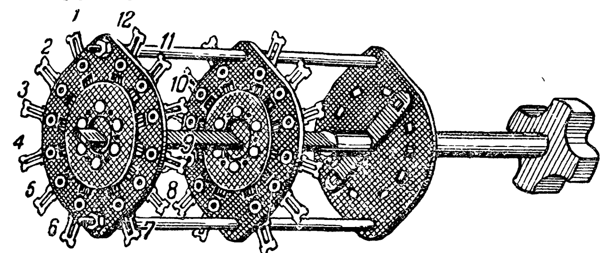
В катушках радиоприемников новейших моделей применяются сердечники из феррита — нового материала, обладающего лучшими свойствами по сравнению с упомянутыми выше альсифером, магнетитом и карбонильным железом.

Переключение диапазонов. При помощи наиболее распространенных конденсаторов переменной емкости с максимальной емкостью 450—500 *пф* собственную длину волны (частоту) замкнутого колебательного контура можно изменять примерно в 3 раза. Например, колебательный контур с катушкой индуктивности 2 500 *мкгн* и конденсатором с максимальной емкостью 450 *пф* может быть настроен на волны примерно от 2 000 до 700 *м*. Следовательно, при помощи такого конденсатора можно настраивать радиоприемник на любую станцию, работающую в длинноволновом радиовещательном диапазоне.

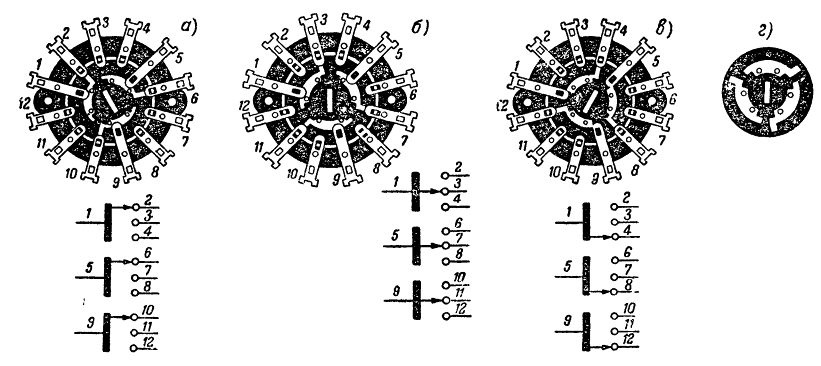
Чтобы осуществить также прием средневолновых радиостанций, необходимо выключить из колебательного контура катушку с индуктивностью 2 500 *мгкн* и включить вместо нее другую катушку с меньшей индуктивностью. Так, например, применяя катушку с индуктивностью 200 *мкгн*, при помощи того же конденсатора с максимальной емкостью 450 *пф* можно настраивать колебательный контур на волны примерно 200—560 *м*. Соответственно для настройки контура на коротковолновые радиовещательные станции нужна катушка с еще меньшей индуктивностью (см. фиг. 84).

В некоторых приемниках все катушки одного колебательного контура соединяются последовательно. При этом

общая индуктивность всех катушек должна быть такой, чтобы она при максимальной емкости конденсатора обеспечивала настройку контура на самую длинную волну. Для перехода на прием средневолновых станций одна из катушек замыкается накоротко (или выключается из контура). При этом положении переключателя индуктивность катушек, оставшихся включенными параллельно переменному конденсатору, при максимальной емкости последнего долж-



Фиг. 78. Переключатель диапазонов.

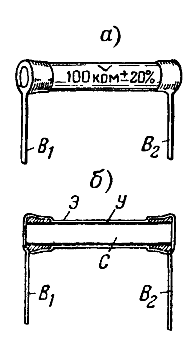


Фиг. 79. Плата переключателя диапазонов и ее изображение на схемах.

на обеспечивать настройку контура на самую длинную волну средневолнового диапазона. Подобным же образом осуществляется переключение на прием коротковолновых станций. Включение катушек в колебательные контуры приемника и их выключение производятся при помощи специального переключателя, носящего название п е р е к л ю ч а т е л я д и а п а з о н о в.

Распространенная конструкция переключателя диапазонов показана на фиг. 78. Он состоит из отдельных пластинок — плат — из изоляционного материала (фиг. 79,*а*, *б*

и *в*), на которых укреплены пружинящие контакты из тонкой листовой фосфористой бронзы (или латуни), обозначенные на фигуре числами *1—12*. В середине платы имеется круглый вырез, в котором может вращаться плоская изоляционная пластинка с приклепанными к ней металлическими пластинками — замыкателями (фиг. 79,*г*). Через среднее прямоугольное отверстие в этой пластинке проходит плоская ось переключателя, переходящая на конце в цилиндрическую. На эту часть оси насаживается ручка, при помощи которой можно вращать пластинки с замыкателями в имеющихся в платах круглых вырезах. При одном положении ручки переключателя диапазонов замыкаются между собой контакты: *1* и *2*, *5* и *6*, *9* и *10* (фиг. 79,*а*); при другом — контакты: *1* и *3*, *5* и *7*, *9* и *11* (фиг. 79,*б*); при третьем положении—контакты: *1* и *4*, *5* и *8*, *9* и *12* (фиг. 79,*в*).



Фиг. 80. Сопротивление типа ВС.

а — общий вид; *б* — разрез; *С*—керамический стержень; *У* — слой углерода; B_1, B_2 — выводы; *Э* —эмалевая краска.

В зависимости от сложности схемы приемника переключатель диапазонов может содержать в себе одну, две (фиг. 78) или большее число плат.

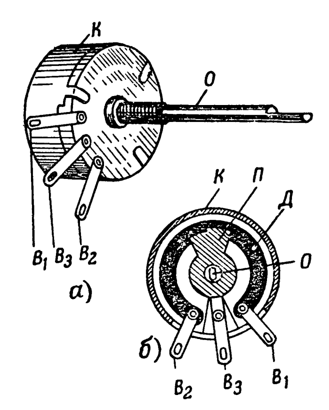
Непроволочные сопротивления. Схема всякого радиоприемника или другого аппарата с электронными лампами содержит сопротивления. В большинстве своем — это непроволочные сопротивления типа ВС.

Сопротивление типа ВС представляет собой фарфоровый стержень С, на поверхность которого нанесен по спирали слой углерода *У* (фиг. 80). Этот слой и представляет собой собственно сопротивление. На концы стержня туго надеты латунные хомутики (колечки) с ленточными хвостами B_1 и B_2, при помощи которых сопротивление включается (подпаивается) в схему радиаппарата. Весь стержень вместе с хомутиками покрашен эмалью *Э*.

Величина непроволочного сопротивления в омах зависит от толщины слоя углерода и числа витков спирали. Чем тоньше этот слой и чем больше в нем витков, тем больше его сопротивление. Сопротивления типа ВС имеют величину от 27 *ом* до 10 *мгом*.

В радиоприемной и усилительной аппаратуре применяются главным образом непроволочные сопротивления че-

тырех размеров: ВС-0,25 — диаметром около 5 *мм* и длиной около 18 *мм*, ВС-0,5 — такого же диаметра и длиной около 28 *мм*, ВС-1 — диаметром около 7 *мм* и длиной около 32 *мм* и ВС-2 — диаметром около 9 *мм* и длиной около 53 *мм*. Число, содержащееся в наименовании типа сопротивления, указывает наибольшую допустимую электрическую мощность, которая может быть рассеяна на данном сопротивлении (при нормальной окружающей температуре). Эта мощность носит название **номинальной** мощности сопротивления.



Фиг. 81. Переменное сопротивление (потенциометр).

а — общий вид; *б* — вид в разрезе; *Д* — дужка из изоляционного материала, покрытая слоем углерода; *П* — ползунок; *О* — ось; B_1, B_2 — контакты для подключения к концам дужки; B_3 — контакт для подключения к ползунку.

Так же как и мощность рассеяния на аноде электронной лампы, мощность, выделяемая на сопротивлении, определяется как произведение величины проходящего через него тока и величины падения напряжения на нем.

В радиовещательной аппаратуре массового изготовления применяются непроволочные сопротивления, действительные величины которых (в омах) могут отличаться от обозначенных на них на 10 или 20%. Если, например, на сопротивлении ВС написано: «100 *ком*$\pm$20%», это значит, что фактическая его величина может быть в пределах 80—120 *ком*.

Основными частями непроволочного переменного сопротивления — потенциометра (фиг. 81) — являются дужка *Д* из изоляционного материала, покрытая с одной стороны проводящим слоем углерода, и ползунок *П*, который при вращении ручкой оси *О*, на которой он укреплен, может перемещаться по проводящей поверхности дужки. Ползунок изолирован от оси. Весь механизм заключен в корпус *К*, сделанный из пластмассы и металла. Переменное сопротивление включается в схему при помощи трех контактных лепестков. Средний из них (B_3) соединен с ползунком, а два крайних (B_1 и B_2) — с концами дужки.

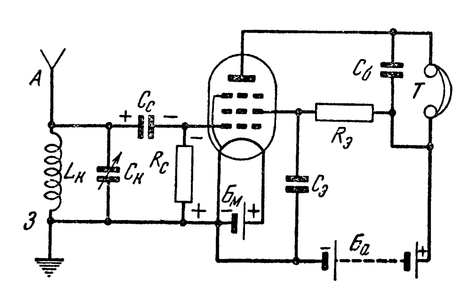
Такие переменные сопротивления применяются в радиоприемниках и усилителях, главным образом в качестве регуляторов громкости.

Существуют конструкции переменных сопротивлений, объединенных с выключателями. Последние используются для выключения питания приемников. Управление движением движка переменного сопротивления и работой выключателя осуществляется одной общей ручкой, насаженной на ось.

Непроволочные сопротивления получили широкое распространение потому, что их стоимость значительно меньше, чем стоимость проволочных сопротивлений; непроволочные сопротивления проще в массовом производстве и имеют значительно меньшие геометрические размеры по сравнению с проволочными, особенно большой величины (в омах).

СЕТОЧНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ

Одна из распространенных схем радиоприемника с сеточным детектором показана на фиг. 82. В ней напряжение в. ч. подается из антенного колебательного контура, состоящего из катушки $L_к$ и конденсатора переменной емкости $C_к$, в цепь управляющей сетки лампы. Для того чтобы лампа детектировала модулированные колебания в. ч., в цепь сетки должны быть включены конденсатор C_c емкостью 100 — 200 *пф* (слюдяной или керамический) и сопротивление R_c порядка 1 *мгом* (типа ВС). Последнее носит название сопротивления утечки сетки. Телефон электромагнитного типа включается между анодом лампы и плюсом анодной батареи (или выпрямителя). Параллельно ему включается блокировочный конденсатор $C_б$ (бумажный или слюдяной).



Фиг. 82. Схема сеточного детектирования.

При отсутствии на колебательном контуре переменного напряжения в. ч. в анодной цепи лампы течет постоянный ток, соответствующий нулевому напряжению на управляющей сетке. Когда в антенне возбуждаются колебания в. ч., на контуре $L_кC_к$ появляется переменное напряжение в. ч., которое через конденсатор C_1 поступает в цепь

управляющей сетки лампы. При положительном потенциале управляющей сетки по отношению к катоду в цепи сетки возникает ток (так как управляющая сетка играет в данном случае роль анода диода, составленного сеткой и катодом). Вследствие этого конденсатор C_c заряжается импульсом тока, проходящего через промежуток сетка — нить лампы. При этом на левой обкладке конденсатора C_c, соединенной с катушкой $L_к$, получается положительный заряд, а на правой, соединенной с сеткой, — отрицательный. Во время следующего полупериода, когда на верхнем конце катушки — минус, управляющая сетка получает отрицательный потенциал по отношению к катоду лампы и электроны не притягиваются сеткой. При этом обкладки конденсатора C_c получают через сопротивление R_1 заряды противоположных знаков, но эти заряды гораздо меньше зарядов, полученных во время предыдущего полупериода, вследствие того что ток через сопротивление R_1 значительно меньше общего тока через сопротивление R_c и промежуток управляющая сетка — нить, протекающего при положительном напряжении на этой сетке. В то же время конденсатор C_c разряжается через сопротивление R_c и катушку $L_к$. В результате заряд, полученный конденсатором во время отрицательного значения напряжения на верхнем конце катушки, не уничтожает заряда, полученного во время предыдущего полупериода. Во время следующих периодов описанные явления повторяются. Вследствие этого на левой обкладке конденсатора C_c получается постоянный положительный заряд, а на правой — отрицательный. Напряжение на конденсаторе C_c создает на управляющей сетке дополнительный отрицательный по отношению к катоду потенциал и тем самым вызывает уменьшение анодного тока.

Если амплитуда принимаемых колебаний в. ч. неизменна (немодулированные колебания), то и заряды на обкладках конденсатора C_c неизменны. Соответственно отрицательное напряжение на сетке и вызванное им уменьшение анодного тока остаются все время постоянными.

Если же принимаемые колебания в. ч. модулированы, т. е. амплитуды напряжения в. ч. периодически изменяются, то сеточный ток лампы, напряжение на конденсаторе C_c и, следовательно, отрицательное напряжение на управляющей сетке соответственно изменяются. Изме-

нения последнего, происходящие с низкой частотой, которой модулирована высокая частота, вызывают пульсации анодного тока с той же низкой частотой. Пульсирующий анодный ток лампы проходит через телефон, приводит в колебание его мембрану, и в телефоне слышна радиопередача.

Заметим, что напряжение в. ч., поступающее в цепь управляющей сетки лампы, создавая вследствие наличия конденсатора C_c и сопротивления R_c низкочастотные пульсации анодного тока, вызывает в то же время пульсации анодного тока с высокой частотой, т. е. в анодной цепи лампы существуют одновременно переменные составляющие тока как низкой, так и высокой частоты. Блокировочный конденсатор $C_б$, включенный параллельно телефону (он может быть включен также между анодом лампы и минусом анодной батареи), имеет емкость 1 000 — 2 000 *пф* и, следовательно, обладает весьма малым сопротивлением для токов в. ч. Поэтому высокочастотная составляющая анодного тока свободно проходит через блокировочный конденсатор мимо обмоток телефона. Для низкочастотной же составляющей анодного тока конденсатор $C_б$ представляет значительно большее сопротивление, и через него ответвляется лишь незначительная ее часть.

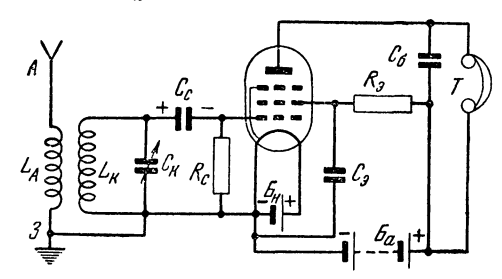
Следует отметить, что цепь управляющей сетки лампы, соединенная с антенным контуром, вносит в последний значительно меньшие потери энергии, чем контур с кристаллическим детектором. Вследствие этого избирательность антенного колебательного контура получается лучшей, т. е. настройка на станции получается более острой, а отстройка от других станций — лучшей.

Вместо пентода в схеме фиг. 82 может быть применен и триод.

Для питания приемника с сеточным детектором от сети переменного тока необходим выпрямитель, а в схеме приемника должна быть применена подогревная лампа.

Связь с антенной. Избирательность приемника может быть улучшена, если собрать его по схеме с индуктивной антенной связью (фиг. 83). Кроме того, настройка приемника по такой схеме меньше зависит от размеров присоединенной к нему антенны. В этой схеме между антенной и землей включена катушка L_A, носящая название катушки антенной связи. Рядом с ней на общем

каркасе расположена катушка $L_к$, образующая совместно с конденсатором переменной емкости $C_к$ замкнутый колебательный контур, к которому присоединена цепь управляющей сетки детекторной лампы. Токи в. ч., возбужденные в антенне приходящими радиоволнами, проходят по катушке $L_А$ и создают вокруг нее магнитное поле в. ч. Так как катушка $L_к$ находится в этом поле, то и в ней также возникают токи в. ч. Другими словами, энергия из антенного контура передается в замкнутый колебательный контур ($L_к C_к$) путем электромагнитной индукции. Колебательный контур настраивается на нужную станцию. С концов катушки $L_к$ напряжение в. ч. поступает в цепь управляющей сетки лампы и детектируется так же, как и в рассмотренной предыдущей схеме.



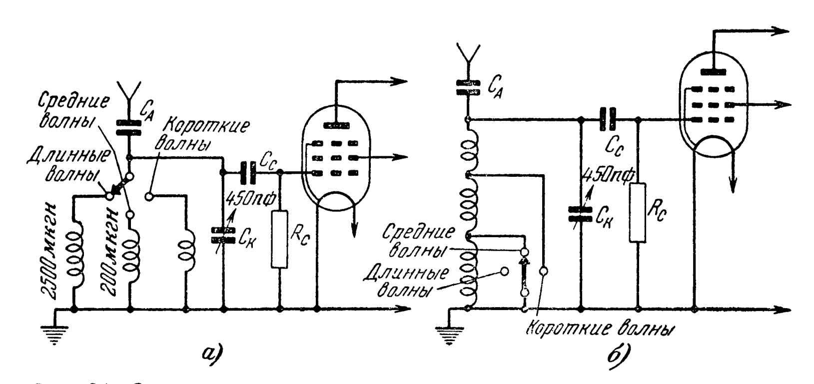
Фиг. 83. Схема лампового приемника с индуктивной антенной связью.

Улучшить избирательность приемника и сделать его настройку менее зависимой от размеров антенны можно также, включая между антенной и верхним концом катушки $L_к$ (фиг. 82) конденсатор емкостью порядка нескольких десятков пикофарад.

На фиг. 82 и 83 для простоты показаны схемы приемников с одной катушкой в каждом колебательном контуре, т. е. приемники, при помощи которых можно вести радиоприем только в одном каком-либо диапазоне. Для обеспечения возможности приема в трех радиовещательных диапазонах схема колебательного контура должна быть усложнена путем увеличения числа катушек и добавления переключателя диапазонов (фиг. 84).

Отметим, что «перекрытие» при помощи двух катушек всего длинноволнового и средневолнового радиовещательных диапазонов осуществимо только в случаях связи настраиваемого колебательного контура с антенным контуром через конденсатор небольшой емкости либо при индуктивной связи между этими двумя контурами. Если же ан-

тенну соединить непосредственно с колебательным контуром, то вся емкость антенны прибавляется к емкости конденсатора и общая минимальная емкость контура (когда подвижные пластины конденсатора выведены из промежутков между неподвижными пластинами) возрастает относительно больше, чем максимальная емкость контура (когда подвижные пластины конденсатора стоят в положении наибольшей емкости). В результате при помощи конденсатора



Фиг. 84. Схемы входных контуров с переключателями диапазонов.
а — для приема на каждом диапазоне используется отдельная катушка; *б* — при приеме на длинных волнах все катушки соединены последовательно; при приеме в средневолновом и коротковолновом диапазонах замыкаются накоротко соответственно одна или две катушки.

с максимальной емкостью 450—500 *пф* можно изменять длину волны не в 3, а в меньшее число раз и для осуществления настройки на все длинноволновые и средневолновые радиовещательные станции требуются большее число катушек и соответственно переключатель диапазонов на большее число положений.

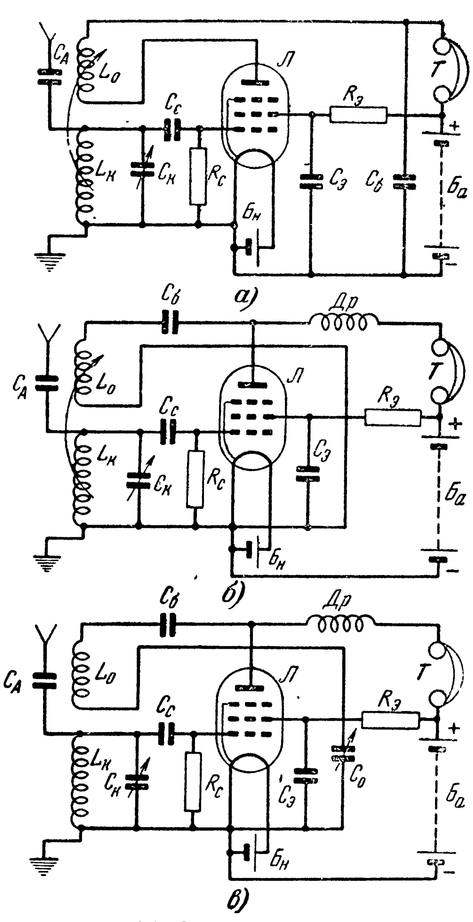
Прием коротковолновых радиостанций при непосредственном соединении антенны обычных размеров с колебательным контуром вообще невозможен, так как емкость и индуктивность проводов такой антенны настолько велики, что контур не может быть настроен на волны этих станций.

РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПРИЕМ

Обратная связь. Схема регенеративного приемника отличается от рассмотренных схем с сеточным детектором тем, что в его анодную цепь включена катушка индуктивности L_o — так называемая катушка обрат-

ной связи, располагаемая на отдельном каркасе рядом с катушкой $L_к$ колебательного контура (фиг. 85).

При приеме радиостанции в анодной цепи лампы существует переменная составляющая тока в. ч. Эта составляющая, проходя через катушку $L_о$, индуктирует в связанной с ней катушке $L_к$ переменную э. д. с. высокой частоты. Так как частота переменной составляющей анодного тока равна частоте тока в колебательном контуре $L_кC_к$, то и э. д. с., индуктируемая в катушке $L_к$ катушкой $L_о$, имеет ту же частоту, что и частота тока, вызванного приходящими радиоволнами.



Фиг. 85. Схемы регенеративных приемников.

Если направление э. д. с., индуктируемой катушкой обратной связи $L_о$ в катушке $L_к$, в любой момент совпадает с направлением э. д. с., возбуждаемой в катушке $L_к$ принимаемыми радиоволнами[1], то амплитуда колебаний в контуре, а значит, и напряжение на управляющей сетке ламп возрастают. Чем сильнее пульсации анодного тока, тем больше громкость приема в телефоне. Описанный процесс называется положительной обратной

[1] При этом говорят, что обе э. д. с. совпадают по фазе.

связью. Громкость приема можно регулировать, увеличивая или уменьшая э. д. с., индуктируемую катушкой L_o в катушке $L_к$, путем сближения или удаления этих катушек либо поворачивая одну катушку относительно другой. Это называется регулированием обратной связи. Дугообразные стрелки, перечеркивающие катушки L_o и $L_к$ на схемах фиг. 85,*а* и *б*, указывают на то, что эти катушки могут перемещаться одна относительно другой.

Заметим, что если катушку обратной связи перевернуть так, что индуктируемая ею в катушке $L_к$ э. д. с. будет противоположна э. д. с., индуктируемой катушкой L_A (э. д. с. в противофазе), то получится отрицательная обратная связь, уменьшающая амплитуду колебаний в контуре и громкость приема.

Варианты схемы регенератора. Так как для действия обратной связи существенной является только высокочастотная составляющая анодного тока, проходящего через катушку L_o, эта катушка может быть включена последовательно с блокировочным конденсатором $C_б$ (фиг. 85,*б*). В этом случае последовательно с телефоном включается катушка индуктивности *Др*, носящая название дросселя высокой частоты, служащая для того, чтобы еще больше затруднить прохождение высокочастотной составляющей анодного тока лампы через телефон. Чтобы дроссель в. ч. успешно выполнял эту задачу, он должен иметь бóльшую индуктивность, чем индуктивность катушки обратной связи. Однако для низкочастотной составляющей анодного тока сопротивление дросселя должно быть небольшим.

В некоторых приемниках обратную связь регулируют при помощи конденсатора переменной емкости C_o, включенного последовательно с катушкой обратной связи L_o, как показано на схеме фиг. 85,*в*. При этом катушка L_o может быть расположена неподвижно на общем каркасе с катушкой $L_к$. Изменяя емкость конденсатора C_o, мы изменяем его сопротивление для высокочастотной составляющей анодного тока и э. д. с., индуктируемую катушкой L_o в катушке $L_к$.

Конденсатор C_o носит название конденсатора обратной связи.

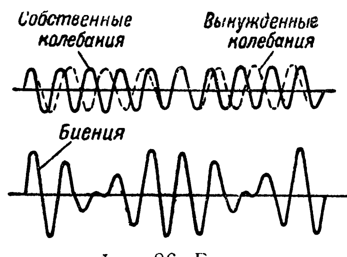
В схемах фиг. 85 может быть применена индуктивная связь колебательного контура с антенной.

Самовозбуждение. В колебательном контуре регенеративного приемника, кроме колебаний, возбужденных за счет энергии радиоволн, улавливаемых антенной, могут существовать собственные колебания или, как говорят, регенеративный приемник способен с а м о в о з б у ж д а т ь с я, генерировать собственные колебания. Явление самовозбуждения может быть объяснено следующим образом. В момент включения приемника в его анодной цепи возникает и затем нарастает ток. Проходя через катушку обратной связи, анодный ток возбуждает в колебательном контуре э. д. с. Вызванный этой э. д. с. ток заряжает конденсатор колебательного контура, и в контуре возникают собственные колебания в. ч. Эти колебания действуют на управляющую сетку лампы, вследствие чего анодный ток лампы пульсирует с той же частотой. Пульсирующий анодный ток вызывает ток высокой частоты в колебательном контуре. Иначе говоря, энергия пульсирующего анодного тока непрерывно передается из анодной цепи лампы в колебательный контур. Как известно, во время каждого периода колебания часть энергии в контуре теряется (на нагревание проводников и диэлектриков — см. стр. 60); с другой стороны, во время каждого периода колебания в контур поступает определенное количество энергии из анодной цепи. Если поступающая в контур энергия равна теряемой энергии, то собственные колебания в контуре становятся незатухающими. Для того чтобы это условие выполнялось, необходимо, чтобы катушка обратной связи L_o была расположена достаточно близко к контурной катушке $L_к$; в случае же схемы фиг. 85,*в*, кроме того, подвижные пластины конденсатора должны находиться в определенном положении.

Срыв генерации. Отодвигая катушку L_o от катушки $L_к$ или уменьшая введенную емкость конденсатора обратной связи, мы уменьшаем энергию, поступающую в колебательный контур из анодной цепи лампы. При некотором удалении катушки обратной связи (или соответственно при некотором уменьшении емкости конденсатора C_o в схеме фиг. 85, *в*) добавляемая в колебательный контур энергия делается меньше теряемой в нем энергии и собственные колебания в нем прекращаются или, как говорят, срываются.

Срыв колебаний в контуре, очевидно, приведет к исчезновению постоянного отрицательного напряжения на сетке, создаваемого емкостью C_c и сопротивлением R_c, и мгновенному увеличению анодного тока, которое отметится щелчком в телефоне. Если же катушку обратной связи L_o снова приблизить к катушке $L_к$ или увеличить емкость конденсатора C_o, приемник снова начнет генерировать собственные колебания.

Вести прием радиовещательных станций на приемник, генерирующий собственные колебания, недопустимо, так как при этом наблюдаются значительные искажения передачи. Слушать передачи нужно при положении катушки или конденсатора обратной связи, возможно более близком к положению, при котором возникает генерация. Такой способ приема носит название приема н а г р а н и г е н е р а ц и и. При этом, вследствие того что потери энергии в контуре невелики, регенератор обладает наибольшей чувствительностью, передача в телефонах слышна наиболее громко и благодаря этому возможен прием дальних радиовещательных станций. По той же причине в этих условиях регенеративный приемник обладает наилучшей избирательностью.



Фиг. 86. Биения.

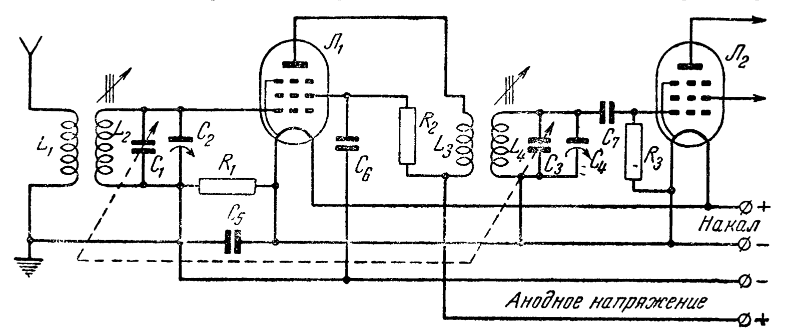
Биения. Если генерирующий приемник неточно настроен на радиовещательную станцию, то в его колебательном контуре одновременно существуют токи двух высоких частот: 1) собственной генерируемой частоты и 2) частоты, на которой работает принимаемая радиостанция. При этом имеют место периодические увеличение и уменьшение амплитуд колебаний в колебательном контуре, носящие наименование б и е н и й (фиг. 86). Частота этих биений равна разности частот генерируемых и принимаемых колебаний. Так, например, если колебательный контур генерирующего приемника, вместо того чтобы быть точно настроенным на частоту станции центрального вещания 173 000 *гц*, настроен на частоту 171 000 *гц*, то в нем существуют колебания с обеими этими частотами. Вследствие этого в контуре образуются биения с разностной частотой 2 000 *гц*. В результате детектирования этих колебаний в телефоне, кроме передачи радиовещательной станции, слышен

тон (свист) с частотой 2 000 *гц*. При изменении настройки контура изменяются частота собственных колебаний, частота биений и высота тона в телефоне; чем больше генерируемая частота отличается от принимаемой, тем выше тон биений. Когда разность частот достигает примерно 15 000 *гц*, тон биений выходит за пределы частот, слышимых ухом. Наоборот, при приближении частоты собственных колебаний контура к частоте станции тон биений понижается. При точной настройке контура на станцию, когда генерируемая частота равна частоте принимаемой станции, частота биений равна нулю. Однако при генерирующем приемнике передача слышна слабее, чем на срыве генерации, и к тому же сопровождается искажениями.

Помехи от регенератора. Необходимо отметить, что регенератор, доведенный до самовозбуждения, передает часть энергии генерируемых им колебаний в антенну. В результате антенна, принимая передачу радиовещательной станции, в то же время сама излучает радиоволны. Эти волны вместе с волнами радиовещательной станции могут быть приняты соседними приемниками и могут создать в них помехи в виде свиста в телефоне или громкоговорителе.

УСИЛЕНИЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Одна из распространенных схем усилителя в. ч. приведена на фиг. 87. Она содержит колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности L_2, конденсатора пере-



Фиг. 87. Схема однокаскадного усилителя в. ч., используемого перед сеточным детектором.

менной емкости C_1 и подстроечного конденсатора C_2 и индуктивно связанный с антенным контуром. Контур $L_2C_1C_2$ включен в цепь управляющей сетки пентода $Л_1$.

Колебательный контур $L_2C_1C_2$ вместе с антенным контуром называют входной частью приемника. В анодную цепь лампы $Л_1$ включена катушка L_3, индуктивно связанная с катушкой L_4, образующей совместно с конденсатором переменной емкости C_3 и подстроечным конденсатором C_4 второй колебательный контур, также настраиваемый на принимаемую станцию. Вследствие усилительного действия лампы $Л_1$ на катушке L_3 получается переменное напряжение в. ч. с большей амплитудой, чем на катушке L_2. Большее напряжение индуктируется и в катушке L_4. В результате на управляющую сетку детекторной лампы $Л_2$ поступает напряжение в. ч. с большей амплитудой, чем при соединении сетки с колебательным контуром, непосредственно связанным с антенной.

В рассматриваемом усилителе в. ч. применено автоматическое отрицательное смещение при помощи сопротивления R_1. Положительное напряжение на экранную сетку пентода подается от источника анодного напряжения через сопротивление R_2. Так как через это сопротивление проходит ток экранной сетки пентода, на нем получается падение напряжения и на экранную сетку пентода поступает меньшее напряжение, чем на его анод. Сопротивление R_2 выбирается такой величины, чтобы на экранной сетке получалось напряжение, обеспечивающее наилучшее усилительное действие пентода. Экранные сетки пентодов всегда соединены с их катодами через конденсаторы C_6 емкостью в несколько тысяч или десятков тысяч пикофарад. Такой же емкости применяется и конденсатор C_5, включенный параллельно сопротивлению автоматического смещения R_1.

Конденсаторы переменной емкости C_1 и C_3 образуют блок, что обозначено условно пунктирной линией.

Лампа $Л_2$ осуществляет сеточное детектирование таким же образом, как это было описано выше. Иногда в приемнике с усилителем в. ч. применяют обратную связь из анодной цепи детекторной лампы $Л_2$ на катушку второго контура.

Экраны. В разделе, посвященном регенеративным приемникам, отмечалось, что если магнитное поле катушки, включенной в анодную цепь лампы, действует на катушку, включенную в цепь ее сетки, то может возникнуть самовозбуждение (генерация). Точно так же от действия магнитного поля анодной катушки лампы усилителя в. ч. (или связанной с ней катушки второго контура) на катушку первого контура, включенную в цепь сетки пентода, усилитель в. ч.

может начать генерировать нежелательные **паразитные** собственные колебания и перестать выполнять свое основное назначение. Чтобы избежать этого нежелательного явления, катушки индуктивности, принадлежащие одному контуру, заключаются в индивидуальные **экраны** — металлические коробки цилиндрической, прямоугольной или другой формы. При этом магнитные и электрические поля катушек не выходят за пределы экранов и поэтому не могут действовать на катушки других контуров. Тем самым исключается возможность самовозбуждения усилителя через «паразитную» индуктивную связь.

Почему в усилителях в. ч. всегда применяются пентоды. Колебания в. ч. могут проходить из анодной цепи лампы усилителя во включенный в цепь ее управляющей сетки колебательный контур через емкость между анодом и управляющей сеткой. Если эта емкость имеет величину даже несколько пикофарад, то через нее из анодной цепи в контур цепи управляющей сетки может перейти такое количество энергии, которого достаточно для покрытия потерь энергии в контуре, и тогда возникнет самовозбуждение усилителя. Именно по этой причине в усилителе в. ч. никогда не применяют трехэлектродную лампу, так как между анодом и управляющей сеткой такой лампы всегда имеется относительно большая емкость. У пентодов емкость между анодом и управляющей сеткой составляет тысячные доли пикофарады. Через такую малую емкость из анодной цепи в цепь управляющей сетки обычно проходит настолько незначительное количество энергии, что самовозбуждения наступить не может. Поэтому в усилителях в. ч. всегда и применяют пентоды.

Избирательность приемников с усилением в. ч. Применение усилителей в. ч. значительно улучшает избирательность приемников за счет наличия в них нескольких колебательных контуров. Это может быть объяснено следующим образом. Предположим, что радиоволны, пришедшие от двух радиовещательных станций, возбуждают в антенне токи с одинаковой амплитудой. Пусть на катушке первого контура, включенного в цепь управляющей сетки лампы усилителя в. ч., при настройке его на частоту принимаемой станции амплитуда напряжения частоты мешающей станции только в 5 раз меньше, чем амплитуда напряжения частоты желательной станции. Напряжения обеих частот, действуя на управляющую сетку усилительной лампы, вызовут в ее анодной цепи переменные составляющие тока обеих частот,

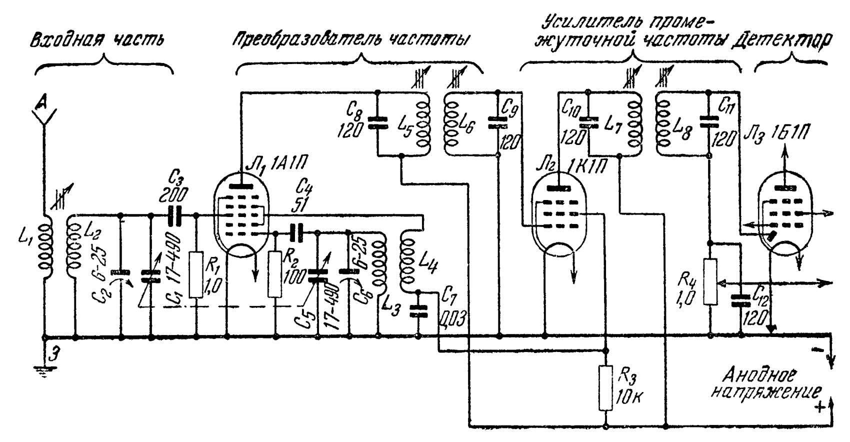
которые создадут во втором контуре, связанном с ней, некоторые величины переменных напряжений той и другой частот. Предположим, что второй контур обладает такой же избирательностью, как и первый. Тогда мы получим и во втором контуре ослабление напряжения с частотой мешающей станции по сравнению с напряжением принимаемой станции еще в 5 раз, т. е. на катушке второго контура амплитуда напряжения с частотой мешающей радиостанции будет уже в $5 \cdot 5 = 25$ раз меньше, чем амплитуда напряжения принимаемой станции. Следовательно, общая кривая резонанса двух колебательных контуров, настроенных на одну и ту же частоту, получится более острой, чем кривая резонанса каждого из этих контуров в отдельности.

СУПЕРГЕТЕРОДИНЫ

Чем больше в приемнике колебательных контуров, настраиваемых в резонанс на частоту принимаемых колебаний, тем лучше его избирательность. Однако одновременная настройка большого количества контуров на каждую из частот, лежащих в пределах всех диапазонов, вызывает затруднения. Кроме того, усилители в. ч. дают неравномерное усиление на различных частотах радиовещательных диапазонов. В супергетеродинном же приемнике основное усиление колебаний производится всегда на неизменной промежуточной частоте, благодаря чему сокращается число контуров с переменной настройкой и достигается более равномерное усиление при приеме радиовещательных станций, работающих на различных волнах.

Преобразователь частоты. Эта часть супергетеродина, преобразующая колебания принимаемой частоты в колебания промежуточной частоты, состоит из: 1) гетеродина — устройства с настраиваемым колебательным контуром, создающего вспомогательные колебания в. ч., отличающиеся по частоте на определенную величину от принимаемых колебаний в. ч.; 2) смесителя — устройства, в котором осуществляется «смешивание» колебаний принимаемой частоты с колебаниями гетеродина, в результате чего получаются колебания новой — промежуточной частоты; 3) колебательного контура, настраиваемого на принимаемые колебания в. ч., и 4) колебательных контуров, настроенных на промежуточную частоту. В большинстве современных супергетеродинных приемников преобразование частоты осуществляется при помощи гептода, выполняющего одновременно функции гетеродина и смесителя.

На фиг. 88 показана часть схемы, лежащей в основе приемного устройства колхозного радиоузла КРУ-2 (и КРУ-10), выполненного по супергетеродинной схеме. Здесь в преобразователе частоты работает гептод $Л_1$ типа 1А1П. К его первой (ближайшей к нити накала) сетке через конденсатор C_4 подключен колебательный контур, настраиваемый при помощи конденсатора переменной емкости C_5 на вспомогательную частоту. На экранные сетки гептода (вторую и четвертую) подается постоянное положительное



Фиг. 88. Упрощенная схема преобразователя частоты и усилителя промежуточной частоты, применяемая в приемно-усилительных устройствах колхозных радиоузлов КРУ-2 и КРУ-10.

напряжение через катушку L_4, витки которой намотаны поверх витков катушки L_3 упомянутого колебательного контура.

Сравнивая описанную часть схемы фиг. 88 со схемой фиг. 85,*а*, нетрудно убедиться, что эта часть схемы фиг. 88 подобна схеме регенератора, только здесь вместо анода используются вторая и четвертая сетки гептода и отсутствует связь контура $L_3C_5C_6$ с антенным контуром.

Катушка L_4, носящая здесь также название катушки обратной связи, расположена настолько близко к контурной катушке L_3, что в колебательном контуре $L_3C_5C_6$ возникают устойчивые незатухающие колебания вспомогательной частоты. Описанная часть схемы называется г е т е р о д и н о м.

Электроны, испускаемые катодом, пролетают сквозь первую и вторую сетки гептода к его аноду. Поэтому измене-

ния напряжений на этих сетках с вспомогательной частотой ведут к изменению с той же частотой потока электронов, летящих от катода к аноду. Третья сетка гептода через конденсатор C_3 соединена с колебательным контуром, настраиваемым при помощи конденсатора переменной емкости C_1 на частоту принимаемой радиовещательной станции. Этот контур получает колебания в. ч. из антенного контура. Поэтому поток электронов, пролетающих сквозь третью сетку к аноду, изменяется также под действием принимаемых колебаний в. ч. В результате совместного действия на поток электронов, летящих к аноду, принимаемых и вырабатываемых гетеродином колебаний в. ч. в цепи анода гептода получаются колебания с частотой, равной разности частот указанных двух колебаний, что соответствует промежуточной частоте. Это явление подобно явлению биений, с которым мы познакомились выше.

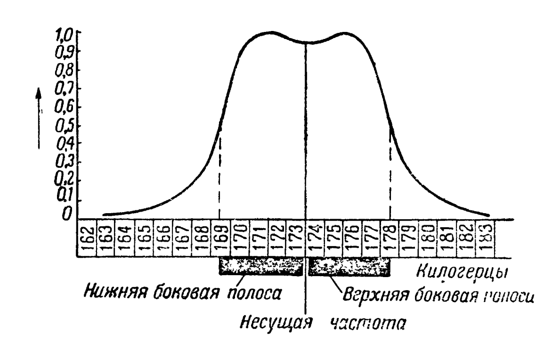
Конденсаторы переменной емкости C_1 и C_5, при помощи которых производится настройка контуров на принимаемую и вспомогательную частоту, образуют конденсаторный блок. Настройка этих контуров должна осуществляться таким образом, чтобы вырабатываемые гетеродином колебания имели частоту, отличающуюся от частоты принимаемых колебаний на промежуточную частоту при любых положениях подвижных пластин конденсаторов C_1 и C_5. Это достигается при помощи включенных в контуры подстроечных конденсаторов C_2 и C_c и подвижных сердечников контурных катушек. Такая согласованная настройка контуров гетеродина и принимаемой частоты называется сопряжением этих контуров.

В анодную цепь гептода включен колебательный контур, состоящий из катушки L_5 и конденсатора C_8, а на общем каркасе с катушкой L_5 расположена катушка L_6, образующая с конденсатором C_9 второй колебательный контур. Оба эти контуры имеют постоянную настройку на промежуточную частоту. Катушки L_5 и L_6 образуют трансформатор промежуточной частоты и вместе с конденсаторами C_8 и C_9 называются полосовым фильтром. Последний имеет преимущества перед одиночными колебательными контурами. При определенном сближении катушек, входящих в такой фильтр, общая его резонансная кривая имеет вид, показанный на фиг. 89. Она отличается от резонансной кривой одиночного контура наличием двух горбов.

Одиночные колебательные контуры с острыми кривыми

резонанса существенно ослабляют боковые частоты, и после детектирования получаются искаженные низкочастотные колебания, т. е. приемник с острой кривой резонанса не обеспечивает качественного воспроизведения передачи.

Если же резонансная кривая имеет вид, показанный на фиг. 89, то приемник пропускает как несущую, так и боковые частоты почти одинаково. Вследствие этого полосовой



Фиг. 89. Кривая резонанса полосового фильтра.

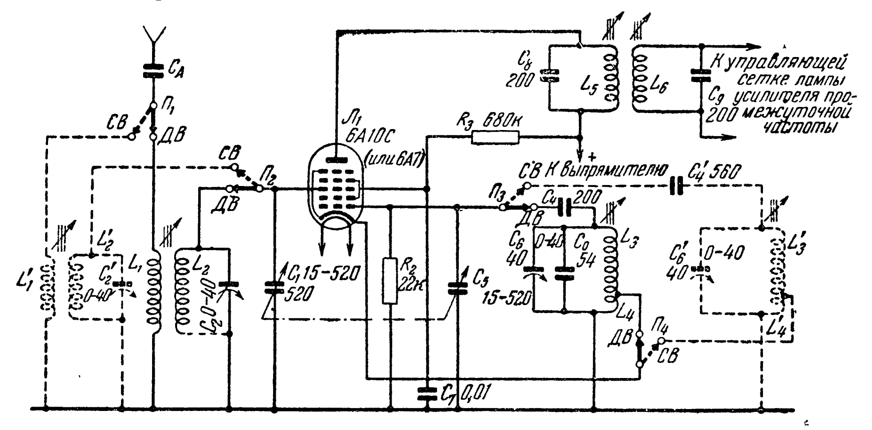
фильтр одновременно обеспечивает высокую избирательность приемника и хорошее качество воспроизведения передачи.

Сопротивления R_1 и R_2 на фиг. 88 являются сопротивлениями утечек сеток гептода, а сопротивление R_3 служит для того, чтобы постоянное напряжение на экранных сетках гептода было меньше напряжения на его аноде.

Усилитель промежуточной частоты. Контур L_6C_9 (фиг. 88) соединен с управляющей сеткой пентода $Л_2$ типа 1К1П, усиливающего колебания промежуточной частоты, получающиеся в этом контуре. В анодную цепь пентода $Л_2$ включена катушка L_7, образующая колебательный контур совместно с конденсатором C_{10}. На общем каркасе с катушкой L_7 находится катушка L_8. Вместе с конденсатором C_{11} катушка L_8 составляет еще один колебательный контур В последних двух контурах, также настроенных на промежуточную частоту, получаются усиленные лампой $Л_2$ колебания этой частоты. Катушки L_7 и L_8 образуют второй трансформатор промежуточной частоты, а вместе с конденсаторами C_{10} и C_{11} — второй полосовой фильтр. Лампа $Л_2$ вместе со вторым полосовым фильтром составляет каскад усиления промежуточной частоты.

Детектор колебаний промежуточной частоты. Получаемые на втором контуре второго полосового фильтра промежуточной частоты (L_8C_{11}) усиленные модулированные колебания этой частоты детектируются диодом лампы $Л_3$ типа 1Б1П (диод-пентод). В результате детектирования на переменном сопротивлении R_4, параллельно которому включен блокировочный конденсатор C_{12}, получается пульсирующее напряжение с низкочастотной составляющей, которая поступает для дальнейшего усиления на управляющую сетку пентодной части той же лампы 1Б1П.

Преобразователь частоты с подогревным гептодом. При использовании подогревного гептода (в сетевых радиоприемниках) преобразователь частоты выполняется по иной схеме.

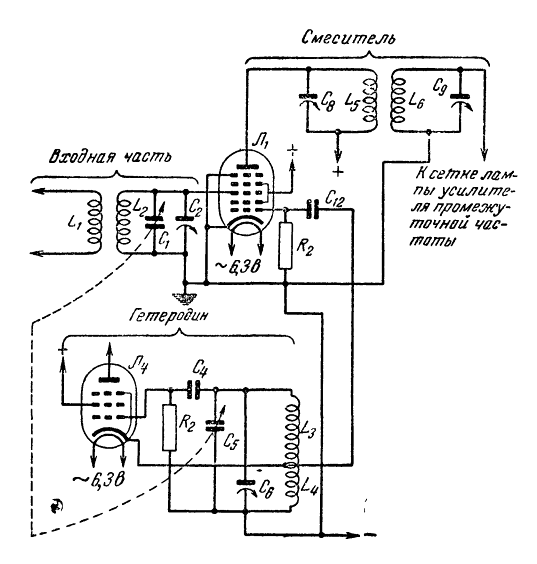


Фиг. 90. Схема преобразователя частоты приемника „Москвич."

На фиг. 90 показана схема преобразователя частоты приемника «Москвич». В ней детали, имеющие то же назначение, что и детали схемы фиг. 88, имеют такие же обозначения. Включенная в цепь первой сетки гептода $Л_1$ типа 6А10С катушка L_3 связана с катушкой L_4, но последняя включена в цепь катода, т. е. через нее проходят токи анода и экранных сеток гептода. Конденсатор переменной емкости C_5, подстроечный конденсатор C_6, а также дополнительный конденсатор постоянной емкости C_0 включены параллельно обеим катушкам (L_3 и L_4), т. е. в колебательный контур гетеродина, вырабатывающего вспомогательную частоту, входят обе эти катушки. Конструктивно они представляют собой одну катушку с отводом от одного из промежуточных витков, который присоединен к катоду гептода. Процесс

самовозбуждения колебаний в схеме фиг. 90 по существу такой же, как и в схеме фиг. 88.

На фиг. 90 буквами $П_1 ... П_4$ обозначены контакты переключателя диапазонов. Он показан в положении, соответствующем приему на длинноволновом диапазоне (*ДВ*). Для перехода на прием в средневолновом диапазоне переключатель переводится в положение *СВ*. При этом катушки L_1,



Фиг. 91. Схема преобразователя частоты с отдельным гетеродином.

L_2, L_3 и L_4 вместе с подстроечными конденсаторами C_2, C_6 и C_0 выключаются из контуров и вместо них включаются катушки L_1', L_2', L_3' и L_4' с меньшей индуктивностью и подстроечные конденсаторы C_2' и C_6'.

Схема преобразователя частоты с отдельным гетеродином. В некоторых супергетеродинных радиоприемниках (например, в описанных ниже ПТС-47, ПТБ-47) в преобразователе частоты применяются две лампы (фиг. 91). Одна из них ($Л_4$) выполняет только функции гетеродина, а другая ($Л_1$) производит «смешивание» колебаний вспомогательной и принимаемой частот с целью получения промежуточной частоты. В гетеродине приемника ПТС-47 применен пентод 6Ф6С ($Л_4$). Контур вспомогательной частоты включен так же, как и в предыдущей схеме.

В смесителе работает гептод 6А10С ($Л_1$). Колебания вспомогательной частоты подаются на первую сетку гептода с контура гетеродина через конденсатор C_{12}, а колебания принимаемой частоты, как обычно, — на третью сетку гептода.

Автоматическая регулировка усиления. От действия радиоволн близко расположенных к приемнику станций в его антенне возникают сильные в. ч. колебания, и после их преобразования и усиления детектор получает колебания промежуточной частоты с чрезмерно большой амплитудой. Передача близких радиостанций поэтому слышна слишком громко и к тому же воспроизводится с искажениями.

Для предотвращения этого в супергетеродинах всегда применяются устройства для автоматической регулировки усиления (АРУ). Они действуют следующим образом. В усилителе промежуточной частоты и преобразователе приемника (и в его усилителе в. ч. при наличии такового) применяются лампы с переменной крутизной характеристики. Напряжение промежуточной частоты после усиления поступает на диод и выпрямляется последним. Постоянная слагающая выпрямленного напряжения со знаком минус подается на управляющую сетку лампы усилителя промежуточной частоты и третью сетку гептода (если супергетеродин содержит в себе каскад усиления в. ч., эта постоянная слагающая подается и на управляющую сетку его пентода). Чем бо́льшие амплитуды колебаний в. ч. поступают из антенны, тем большее напряжение промежуточной частоты получает диод и тем больше постоянная составляющая выпрямляемого им напряжения. Поэтому тем большее отрицательное смещение получат управляющие сетки ламп перечисленных каскадов. Так как эти лампы имеют характеристики с переменной крутизной, то от увеличения подаваемого на их управляющие сетки смещения усиление каскадов, в которых они работают, уменьшается. При этом уменьшается и поступающее на второй детектор напряжение промежуточной частоты. При приеме удаленных станций постоянная слагающая выпрямленного диодом напряжения уменьшается, напряжение смещения на управляющих сетках упомянутых усилительных ламп также уменьшается и усиление возрастает.

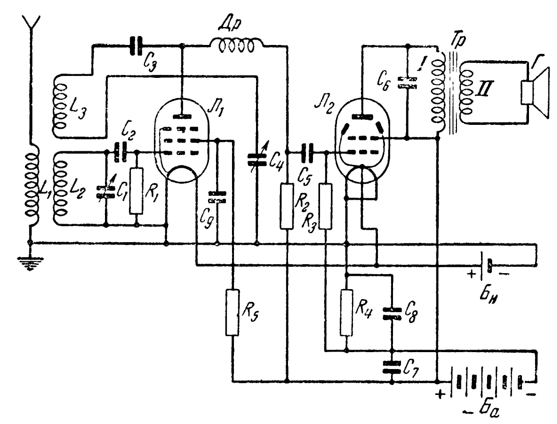
В некоторых супергетеродинах устройство АРУ выполнено таким образом, что при слабых принимаемых колебаниях управляющие сетки усилительных ламп вообще не получают смещения от диода, чем обеспечивается макси-

мальное усиление. Такие устройства носят название АРУ с задержкой.

Существует большое количество вариантов схем АРУ.

ОКОНЕЧНЫЙ КАСКАД УСИЛЕНИЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Для громкоговорящего приема местных радиовещательных станций достаточно добавить к регенератору только один оконечный каскад усиления н. ч. Обычно в нем применяют пентод или лучевой тетрод, так как эти лампы дают большее усиление, чем триоды, и могут при этом отдать



Ф г. 92. Регенератор с каскадом усиления н. ч

громкоговорителю колебания низкой частоты с большей мощностью.

Простейшая схема регенеративного приемника с оконечным каскадом усиления н. ч. дана на фиг. 92. Регенератор по известной уже нам схеме (фиг. 85,*в*) изображен в левой части фиг. 92, только в анодную цепь его лампы $Л_1$ вместо телефона включено сопротивление R_2 типа ВС в несколько десятков или сотен тысяч ом. Верхний конец сопротивления R_2 соединен через конденсатор C_5 (типа КСО или КБГ) с верхним концом сопротивления R_3 и управляющей сеткой лампы $Л_2$ оконечного каскада усиления н. ч., а нижний конец сопротивления R_2 соединен через анодную батарею $Б_а$ с нижним концом сопротивления R_3. Внутреннее сопротивление анодной батареи обычно очень невелико. Если же параллельно ей включить конденсатор C_7 большой емкости, то общее сопротивление батареи $Б_а$ вместе с кон-

денсатором C_7 для токов н. ч. будет ничтожно мало и можно будет считать, что нижние концы сопротивлений R_2 и R_3 для этих токов соединены между собой практически накоротко, т. е. сопротивление R_3 для низкочастотных токов включено параллельно сопротивлению R_2. Поэтому переменная составляющая напряжения, возникающего за счет пульсаций анодного тока на сопротивлении R_2, действует также на сопротивлении R_3 и в цепи управляющей сетки лампы $Л_2$, в которую входит сопротивление R_3.

От действия переменного напряжения в цепи управляющей сетки лампы $Л_2$ ее анодный ток пульсирует. Проходя по первичной обмотке *I* понижающего трансформатора *Тр*, он индуктирует в его вторичной обмотке переменный ток. Последний проходит по подвижной (звуковой) катушке электродинамического громкоговорителя и заставляет ее колебаться. Первичная обмотка *I* трансформатора имеет обычно несколько тысяч витков изолированного провода диаметром 0,1—0,2 *мм*, а вторичная *II*—несколько десятков витков изолированного провода диаметром около 0,6—1 *мм*. Трансформатор *Тр* называется в ы х о д н ы м, а выводы от его вторичной обмотки — в ы х о д о м усилителя н. ч.

Параллельно первичной обмотке выходного трансформатора обычно включается так называемый корректирующий конденсатор C_6 (см. фиг. 92). Дело в том, что сопротивление выходного трансформатора с громкоговорителем, оказываемое переменному току, возрастает с увеличением частоты. Вследствие этого при отсутствии конденсатора C_6 с увеличением частоты возрастает напряжение на обмотках выходного трансформатора и заметно увеличивается громкость воспроизведения наиболее высоких звуковых частот. Так как сопротивление конденсатора уменьшается с увеличением частоты подведенного к нему переменного напряжения, то при подключении его параллельно первичной обмотке выходного трансформатора можно обеспечить более равномерное воспроизведение громкоговорителем различных звуковых частот. Если, например, применить конденсатор емкостью в несколько тысяч пикофарад, то его сопротивление для нижних звуковых частот будет настолько велико, что он практически не будет создавать добавочной нагрузки для лампы на этих частотах. В таком случае нагрузочное сопротивление лампы практически определится только трансформатором и громкоговорителем. С увеличением же частоты вследствие одновременного увеличения сопротивления трансформатора с громкоговорителем и умень-

щения сопротивления конденсатора общее сопротивление переменному току анодной нагрузки лампы изменяется мало. В результате переменные напряжения на обмотках трансформатора при различных звуковых частотах становятся более постоянными (при условии, что на управляющую сетку лампы оконечного каскада поступают напряжения н. ч. с одинаковыми амплитудами на всех частотах), т. е. частотные искажения уменьшаются.

Равномерность усиления частот в пределах допускаемой полосы зависит также от конденсатора C_5. Он должен иметь для переменного тока самой низкой частоты, которая должна быть усилена, емкостное сопротивление, значительно меньшее, чем сопротивление R_3 (см. фиг. 92). Тогда при этой частоте на конденсаторе C_5 будет сравнительно небольшое падение переменного напряжения и переменная составляющая напряжения, получившегося на сопротивлении R_2, почти полностью поступит в цепь сетки лампы $Л_2$. Для более высоких звуковых частот это условие тем более будет выполняться, так как с увеличением частоты емкостное сопротивление конденсатора уменьшается. Практически сопротивление R_3 имеет обычно величину 0,47—1 *мгом*, а конденсатор C_5 — емкость 5 000—10 000 *пф*. При этом частотные искажения, вносимые конденсатором, не ощущаются.

Кроме того, конденсатор C_5 должен обладать очень большим сопротивлением изоляции (сопротивлением для постоянного тока), чтобы на управляющую сетку лампы $Л_2$ не попадал постоянный положительный потенциал из анодной цепи лампы $Л_1$. При этом условии постоянное смещение на управляющей сетке лампы $Л_2$ определяется только падением напряжения на сопротивлении смещения R_4. Если же конденсатор C_5 будет обладать значительной утечкой, то попадающий через него на управляющую сетку лампы $Л_2$ положительный потенциал не только приведет к искажениям передачи, но может быть причиной выхода из строя лампы $Л_2$ вследствие возрастания ее анодного тока до такой величины, при которой рассеиваемая анодом мощность превысит допустимую.

Наибольшая неискаженная мощность. Одним из основных показателей всякой электронной лампы (пентода, лучевого тетрода или триода), предназначаемой для работы в оконечном каскаде усиления н. ч., является наибольшая неискаженная мощность переменного тока низкой частоты, которую лампа может отдать в своей анодной цепи громкоговорителю. Мы знаем, что нелинейные искажения неза-

метны для уха, если они не превышают некоторой величины. Практически можно считать, что лампа отдает «неискаженную мощность», если коэффициент гармоник, создаваемых ею, не превышает 7—10%.

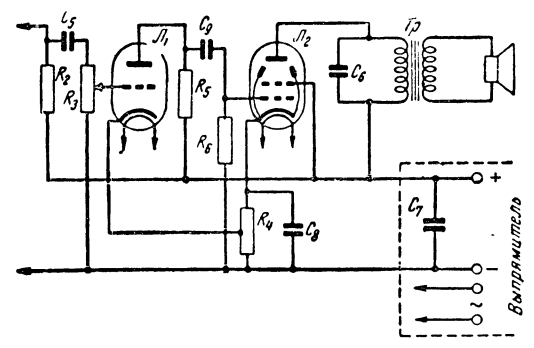
Для получения наибольшей неискаженной мощности от лампы на ее управляющую сетку нужно подать определенное переменное напряжение н. ч. Для различных практически применяемых лучевых тетродов и пентодов амплитуда этого напряжения составляет 7—20 *в*.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ УСИЛЕНИЕ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Достаточные амплитуды напряжений н. ч. в цепях управляющих сеток ламп оконечных каскадов можно получить от одноламповою регенератора только при приеме близко расположенных мощных радиовещательных станций или удаленных станций, при условии что до регенеративного детектора имеется усиление в. ч. Но при приеме дальних станций от лампового детектора (независимо от типа приемника), как правило, получаются малые амплитуды напряжения н. ч. — порядка десятых долей вольта или еще меньше. Если такие напряжения подать непосредственно в цепь управляющей сетки лампы оконечного каскада, то в анодной цепи лампы получится малая мощность переменного тока, и громкоговоритель будет работать недостаточно громко. В связи с этим возникает необходимость, прежде чем подать напряжение н. ч. от детектора в цепь управляющей сетки оконечной лампы, усилить эти напряжения до необходимой величины. Эта задача выполняется каскадом предварительного усиления.

Схема усилителя н. ч. с таким каскадом приведена на фиг. 93. На сопротивлении R_2 в результате детектирования получается напряжение н. ч. с небольшой амплитудой переменной составляющей, которая через конденсатор C_5 передается на сопротивление R_3. С сопротивления R_3 переменное напряжение н. ч. поступает на управляющую сетку лампы $Л_1$, работающей в каскаде предварительного усиления. От действия этого напряжения анодный ток лампы $Л_1$ пульсирует и на сопротивлении R_5 получается переменная низкочастотная слагающая с большей амплитудой, чем на сопротивлении R_3. С сопротивления R_5 переменная составляющая передается через конденсатор C_9 на сопротивление R_6 и в цепь управляющей сетки лампы $Л_2$ оконечного каскада (так же, как и в цепь сетки лампы $Л_1$ через конденсатор C_5).

Отрицательное смещение на управляющие сетки обеих ламп в усилителе по схеме фиг. 93 подается от общего сопротивления R_4, включенного между минусом источника анодного напряжения и катодами ламп. На управляющую сетку лампы $Л_2$ оконечного каскада подается напряжение смещения с концов этого сопротивления, а на управляющую сетку лампы $Л_1$ — только с части его, так как катод лампы $Л_1$ присоединен к отводу от сопротивления R_4.



Фиг. 93. Схема двухкаскадного усилителя н. ч.

Цепи накала ламп на схеме фиг. 93 не показаны. Провода со стрелками, идущие от выпрямителя и обозначенные знаком ~, присоединяются к нитям накала ламп, выводы от которых на схеме также оканчиваются стрелками (такая система обозначения соединений нитей накала с источником питания последних часто применяется на радиосхемах с целью их упрощения).

В некоторых радиоприемниках (а также в усилителях радиотрансляционных узлов) применяется по нескольку каскадов предварительного усиления. Передача напряжений с одного каскада на другой осуществляется так же, как описано выше.

Регулятор усиления. При приеме относительно близко расположенных радиовещательных станций с детектора на усилитель н. ч. могут поступать настолько большие амплитуды напряжения, что в цепи управляющей сетки лампы оконечного каскада получатся значительно бо́льшие напряжения, чем это необходимо для получения максимальной неискаженной мощности. Тогда воспроизведение передачи громкоговорителем становится чрезмерно громким и осуществляется со значительными нелинейными искажениями.

Чтобы получить нормальную работу громкоговорителя

в этих условиях, а также иметь возможность по желанию слушать передачу с пониженной громкостью, в приемнике применяют **регулятор усиления**, часто называемый **регулятором громкости**. Он представляет собой потенциометр — переменное сопротивление, вдоль которого может передвигаться движок, включенное в цепь сетки лампы одного из каскадов усиления низкой частоты (R_3 на фиг. 93). На его концы поступает напряжение н. ч. от детектора. Один конец потенциометра R_3 соединяется с катодом лампы $Л_1$ предварительного каскада (при автоматическом смещении через сопротивление смещения R_4, как это показано на фиг. 93), а движок потенциометра — с управляющей сеткой той же лампы. Изменяя положение движка, можно найти положение, при котором цепь сетки лампы $Л_1$ (а, следовательно, и лампы $Л_2$) получит напряжение, необходимое для нормальной работы громкоговорителя, независимо от того, насколько напряжение, поступающее от детектора, больше «нормального».

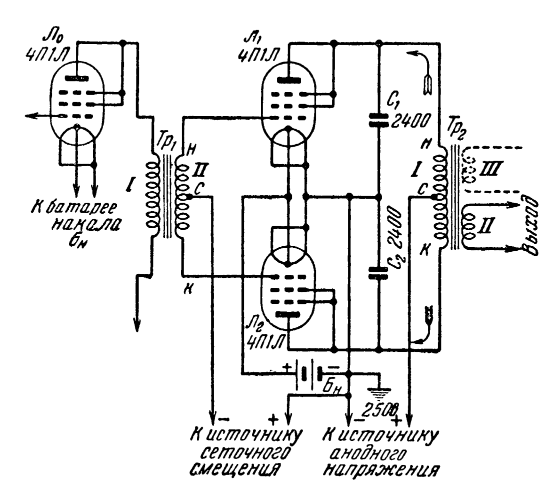
ДВУХТАКТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Двухтактная схема применяется главным образом в оконечных каскадах усиления н. ч., а иногда в каскадах предварительного усиления перед оконечными двухтактными каскадами (в предоконечных каскадах). В двухтактном каскаде должны работать две лампы (или большее четное число их, например четыре).

На фиг. 94 в несколько упрощенном виде показана схема оконечного двухтактного каскада колхозного радиоузла КРУ-10. В ней работают два пентода $Л_1$ и $Л_2$ типа 4П1Л. Они используются как триоды; для этого у каждого из них анод, защитная и экранная сетки соединены вместе. Все нити накала ламп включены параллельно. Каскад содержит в себе два трансформатора: входной — $Тр_1$ и выходной — $Тр_2$. Положительное напряжение на аноды ламп $Л_1$ и $Л_2$ подается через обе половины первичной обмотки *I* выходного трансформатора $Тр_2$; через одну из этих половин идет анодный ток лампы $Л_1$ (его направление показано светлой стрелкой), а через другую — анодный ток лампы $Л_2$ (его путь показан черной стрелкой).

К концам вторичной обмотки выходного трансформатора подключаются трансляционные линии с громкоговорителями. На первичную обмотку трансформатора $Тр_1$ подается напряжение н. ч. от предыдущего каскада усиления (эта обмотка включена в анодную цепь лампы $Л_0$ предыдущего

каскада). Вторичная обмотка *II* трансформатора $Тр_1$ имеет отвод *С* от среднего витка, который подключается к отрицательному полюсу источника напряжения сеточного смещения (специального выпрямителя). Положительный полюс этого источника соединен с нитями накала ламп. Таким образом, управляющие сетки ламп получают отрицательное смещение через половины вторичной обмотки *II* вход-



Фиг. 94. Упрощенная схема двухтактного оконечного каскада колхозного радиоузла КРУ-10.

ного трансформатора и одновременно переменное напряжение н. ч.

Во время полупериодов одного знака этого переменного напряжения на начале *Н* вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ получается плюс относительно среднего вывода этой обмотки; на ее конце *К* в это время получается минус. Во время полупериодов другого знака на начале *Н* обмотки *II* трансформатора $Тр_1$ получается минус, а на конце *К* — плюс относительно среднего вывода этой обмотки.

В каждый данный момент времени напряжения на управляющих сетках ламп определяются совместным действием напряжения смещения и напряжения на половине вторичной обмотки входного трансформатора. Поэтому, когда результирующее отрицательное напряжение на управляющей сетке одной лампы уменьшается, отрицательное напряжение на управляющей сетке другой лампы увеличивается, и наоборот. Поэтому, когда анодный ток одной лампы возра-

стает, анодный ток другой уменьшается; во время следующего полупериода процесс повторяется, но лампы как бы меняются ролями. Ввиду того что анодные токи ламп $Л_1$ и $Л_2$ текут по двум половинкам обмотки *I* выходного трансформатора в разные стороны, в соответствии с законом индукции, увеличение анодного тока лампы $Л_1$ и одновременное уменьшение анодного тока лампы $Л_2$ создают в обмотке *II* выходного трансформатора э. д. с. и ток одного направления. Когда же анодный ток лампы $Л_1$ уменьшается, а анодный ток лампы $Л_2$ увеличивается, э. д. с. и ток во вторичной обмотке изменяют свое направление. Таким образом, выходной трансформатор как бы «суммирует» действие переменных составляющих анодных токов обеих ламп.

В рассмотренной схеме конденсаторы C_1 и C_2 являются корректирующими.

В двухтактных каскадах применяются также триоды и двойные триоды.

Преимущества двухтактной схемы. Основные преимущества двухтактной схемы по сравнению с обычной одноламповой (однотактной) схемой усиления сводятся к следующему.

1. В схеме каскада усиления н. ч. с одной лампой постоянная слагающая анодного тока всегда должна быть больше амплитуды его переменной слагающей [1], иначе возникают значительные нелинейные искажения. Вследствие этого обычная схема потребляет от анодной батареи (или выпрямителя) относительно большой постоянный по величине ток независимо от того, подается ли на управляющую сетку лампы переменное напряжение или оно отсутствует (перерыв в радиопередаче).

На управляющие сетки ламп двухтактного усилителя можно подать такое большое отрицательное смещение, что в отсутствии передачи анодные токи ламп очень малы. Они поочередно увеличиваются и уменьшаются при подаче на входной трансформатор переменного напряжения. Вследствие этого расход анодного тока в двухтактном каскаде, поставленном в такой режим [2], зависит от громкости передачи, а среднее значение анодного тока двухтактного каскада получается меньшим, чем на каскад с одной лампой при той же отдаваемой мощности. Это обстоятельство особенно существенно для радиоприемников и усилителей радиоузлов,

---

[1] Такой режим работы ламп называется „режимом класса А".

[2] Такой режим называется „режимом класса Б".

питаемых от батарей, а также для мощных радиотрансляционных усилителей, потребляющих от электросети переменного тока довольно значительную мощность.

От двух ламп в двухтактном каскаде можно получить бóльшую (больше чем вдвое) неискаженную мощность по сравнению с той, которую может отдать одна лампа того же типа.

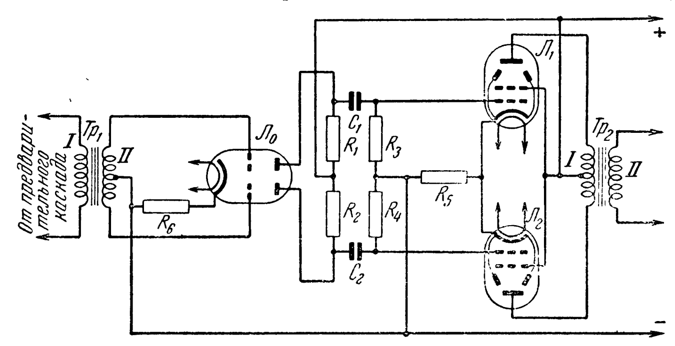
2. При питании двухтактного каскада от сети переменного тока на его выходе получается меньший фон, чем в случае одноламповой схемы. Это объясняется следующим образом. В те моменты времени, когда вследствие пульсации питающие напряжения на анодах и экранных сетках или напряжения сеточного смещения увеличиваются или уменьшаются, соответственно одновременно увеличиваются и уменьшаются напряжения на электродах обеих ламп и их амплитудные токи.

Увеличение или уменьшение намагничивания сердечника выходного трансформатора, получающееся за счет изменения анодного тока одной лампы, проходящего через одну половину его первичной обмотки, в любой момент времени уничтожается вследствие того, что одновременно происходит равное по величине увеличение или уменьшение противоположного намагничивания сердечника за счет изменения анодного тока другой лампы, проходящего через другую половину первичной обмотки. Следовательно, при пульсации подведенных к сеткам и анодам ламп питающих напряжений результирующее намагничивание сердечника выходного трансформатора не изменяется, и поэтому в его вторичной обмотке э. д. с. с частотой пульсации не возникает. Однако если лампы, работающие в двухтактной схеме, несколько отличаются друг от друга по параметрам, то на вторичной обмотке все же получается незначительная переменная э. д. с. и фон.

Благодаря свойству двухтактной схемы компенсировать пульсации питающих напряжений в ней можно применять лампы прямого накала, питая их нити переменным током. В этом случае минус источника анодного напряжения и плюс источника смещения на сетки присоединяют к отводу от среднего витка обмотки накала, т. е. к точке, напряжение на которой по отношению к концам обмотки накала равно нулю. Этим исключают попадание переменного напряжения накала в цепи сеток и анодов ламп и, следовательно, предотвращают образование фона.

3. Сердечник выходного трансформатора двухтактного усилителя может иметь значительно меньший объем, чем в случае однотактного усилителя такой же мощности.

Схемы связи между двумя двухтактными каскадами. Если перед двухтактным оконечным каскадом работает также двухтактный каскад, первичная обмотка входного трансформатора оконечного каскада должна иметь вывод от средней точки, а концы ее подключаются к анодам ламп предыдущего каскада. В этом случае входной трансформатор оконечного каскада одновременно является выходным трансформатором предыдущего каскада. Вторичная обмотка входного трансформатора предоконечного каскада также должна иметь вывод от средней точки.



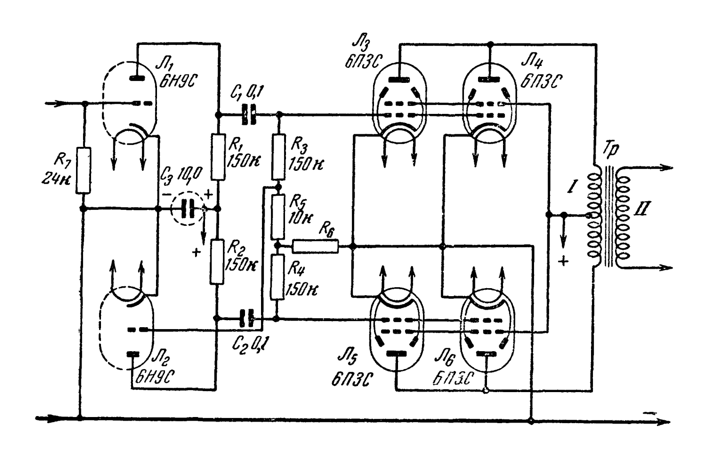
Фиг. 95. Схема двухкаскадного двухтактного усилителя н. ч.

Связь между двухтактными каскадами часто осуществляется через сопротивления и емкости (фиг. 95). В этой схеме напряжения н. ч. из анодных цепей ламп предыдущего каскада подаются в цепи сеток ламп последующего каскада, так же как в обычной схеме связи на сопротивлениях (фиг. 93), а смещение на управляющие сетки ламп подается автоматически с сопротивлений R_5 и R_6, включенных в цепи катодов соответствующих каскадов.

Фазоинверсные схемы. Переход с обычного однолампового каскада усиления низкой частоты на каскад по двухтактной схеме может быть произведен и без трансформатора — применением так называемой фазоинверсной схемы.

В такой схеме используется следующее свойство каскада с электронной лампой. Предположим, что в анодную цепь лампы включено сопротивление (например, R_5 на фиг. 93) и в цепи ее управляющей сетки действует переменное напряжение. Когда суммарное отрицательное напряжение на

управляющей сетке лампы уменьшается (при положительном полупериоде переменного сеточного напряжения), анодный ток лампы увеличивается. Увеличение тока, проходящего через включенное в анодную цепь лампы сопротивление, вызывает увеличение падения напряжения на этом сопротивлении, а следовательно, уменьшение положительного напряжения на аноде лампы; аналогично при увеличении суммарного отрицательного напряжения на сетке (при отрицательном полупериоде переменного напряжения на сетке)



Фиг. 96. Фазоинверсная схема, применяемая в предоконечном каскаде приемно-усилительного устройства радиоузла МГСРТУ-100м.

анодный ток уменьшается и положительное напряжение на аноде возрастает. Следовательно, уменьшение или увеличение отрицательного напряжения на управляющей сетке лампы усилительного каскада приводит соответственно к уменьшению или увеличению положительного напряжения на аноде лампы, т. е. переменное напряжение на аноде противоположно по фазе переменному напряжению на сетке. Описанное явление и используется в фазоинверсных схемах.

В фазоинверсном каскаде работают две лампы (или двойной триод). В левой части фиг. 96 показана одна из простейших фазоинверсных схем, используемая в предоконечном каскаде усилительного устройства МГСРТУ-100м, применяемого на колхозных радиоузлах. В этой схеме работают две половинки двойных триодов 6Н9С ($Л_1$ и $Л_2$). Оконечный каскад выполнен на четырех лампах 6П3С

($Л_3$, $Л_4$, $Л_5$ и $Л_6$). На их управляющие сетки подается автоматическое смещение с сопротивления R_6.

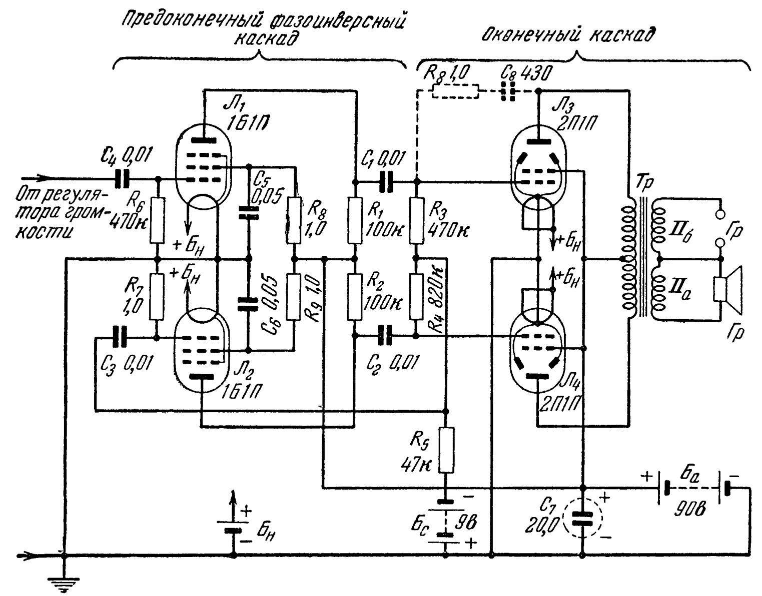
Подлежащее усилению напряжение н. ч. поступает на сетку триода $Л_1$. В результате действия этого напряжения в анодной цепи триода возникает переменная составляющая тока н. ч. Она проходит через включенное в анодную цепь этого триода сопротивление R_1, а также через подключенную параллельно ему цепочку, состоящую из конденсатора C_1, сопротивлений R_3, R_5, R_6 и конденсатора C_3. Поэтому на сопротивлениях R_3 и R_5, а значит и в цепи управляющих сеток ламп $Л_3$ и $Л_4$, в которую включены эти сопротивления, получается усиленное переменное напряжение н. ч. Итак, передача усиленного напряжения н. ч. из анодной цепи триода $Л_1$ в цепь управляющих сеток лучевых тетродов $Л_3$ и $Л_4$ оконечного каскада осуществляется таким же способом, как и передача переменного напряжения н. ч. с одного каскада предварительного усиления на другой. Но к точке соединения сопротивлений R_3 и R_5 подключена сетка триода $Л_2$. Поэтому переменное напряжение н. ч., действующее на сопротивлении R_5, поступает в цепь этой сетки. Очевидно, амплитуда этого напряжения меньше амплитуды напряжения, поступающего на сетки ламп $Л_3$ и $Л_4$ оконечного каскада. Величины сопротивлений R_3 и R_5 совместно подобраны таким образом, что амплитуда напряжения, поступающего в цепь сетки лампы $Л_2$, равна амплитуде напряжения, поступающего в цепь сетки лампы $Л_1$. Учитывая указанное выше свойство лампы с сопротивлением в анодной цепи, понятно, что переменное напряжение, поступающее с сопротивления R_5 на сетку триода $Л_2$, противоположно по фазе напряжению, подведенному к сетке триода $Л_1$.

От действия переменного напряжения на сетку лампы $Л_2$ ее анодный ток пульсирует, и на сопротивлениях R_2 и R_4, а значит, и в цепи управляющих сеток лучевых тетродов $Л_5$ и $Л_6$ оконечного каскада также получается переменное напряжение н. ч.

Ввиду того что напряжение на сетке триода $Л_2$ фазоинверсного каскада противоположно по фазе напряжению на сетке триода $Л_1$, напряжение на управляющих сетках лучевых тетродов $Л_5$ и $Л_6$ оконечного каскада также противоположно по фазе напряжению на управляющих сетках лучевых тетродов $Л_3$ и $Л_4$. С другой стороны, так как на сетках ламп $Л_1$ и $Л_2$ получаются напряжения н. ч. с одинаковыми амплитудами и обе эти лампы дают одинаковое

усиление, амплитуды напряжения на управляющих сетках лучевых тетродов $Л_3$, $Л_4$ и $Л_5$, $Л_6$ также будут одинаковы.

Автобалансная фазоинверсная схема. В предоконечном каскаде приемника «Родина-52», оконечный каскад которого выполнен по двухтактной схеме на двух пентодах 2П1П ($Л_3$ и $Л_4$ на фиг. 97), применена так называемая авто-



Фиг. 97. Схема предоконечного фазоинверсного и оконечного каскадов радиоприемника „Родина-52".

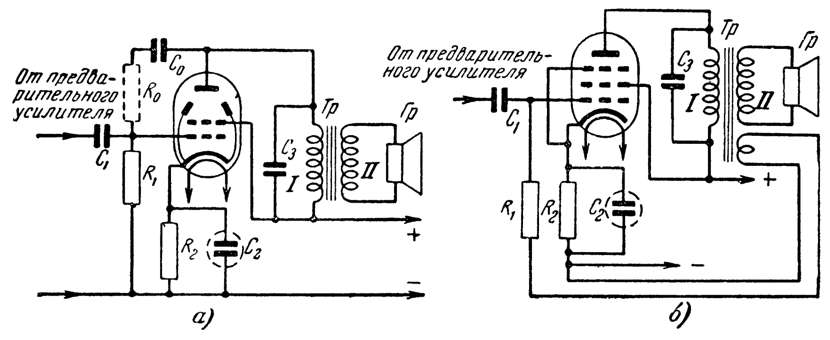
балансная фазоинверсная схема. В ней используются пентодные части двух ламп 1Б1П ($Л_1$ и $Л_2$). Эта схема отличается от предыдущей тем, что управляющая сетка лампы $Л_2$ подключена к общей точке сопротивлений R_3 и R_4 через конденсатор C_3, а через сопротивление R_5 поступает от батареи $Б_c$ отрицательное смещение на управляющие сетки обеих ламп оконечного каскада. Величина сопротивления R_3 выбрана меньше величины сопротивления R_4. При этом условии между общей точкой соединения сопротивлений R_3, R_4 и R_5 и минусом батареи смещения $Б_c$, другими словами, на концах сопротивления R_5, а значит, и на концах сопротивления R_7 и в цепи управляющей сетки лампы $Л_2$, получается переменное напряжение н. ч., изменяющееся

в фазе с напряжением на аноде лампы $Л_1$, т. е. в противофазе с напряжением, поступающим в цепь управляющей сетки лампы $Л_1$. Это и требуется для работы фазоинверсного каскада.

ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

Возникающие в усилителе н. ч. искажения могут быть ослаблены применением отрицательной обратной связи.

С сущностью обратной связи мы уже знакомы. В регенераторе из анодной цепи лампы передаются в цепь сетки колебания в. ч. таким образом, что напряжения в. ч. в ко-



Фиг. 98. Схемы оконечных каскадов усиления с отрицательной обратной связью.

лебательном контуре усиливаются. Такая обратная связь называется положительной.

Из анодной цепи лампы усилителя н. ч. в цепь ее управляющей сетки можно передать н. ч. колебания, в том числе и их гармоники, таким образом, что получится ослабление колебаний. Такая обратная связь будет отрицательной.

Одна из простейших схем каскада усилителя н. ч. с отрицательной обратной связью приведена на фиг. 98,*а*. В ней анод лампы оконечного каскада соединен с ее управляющей сеткой через конденсатор C_0 и сопротивление R_0, через которые колебания н. ч. поступают из анодной цепи лампы в цепь ее управляющей сетки. Если в анодной цепи лампы имеются гармоники, то они тоже поступают в цепь управляющей сетки лампы, и под действием создаваемых ими здесь напряжений в анодной цепи лампы возникают переменные слагающие напряжений с теми же частотами, но противоположные по фазе породившим их переменным се-

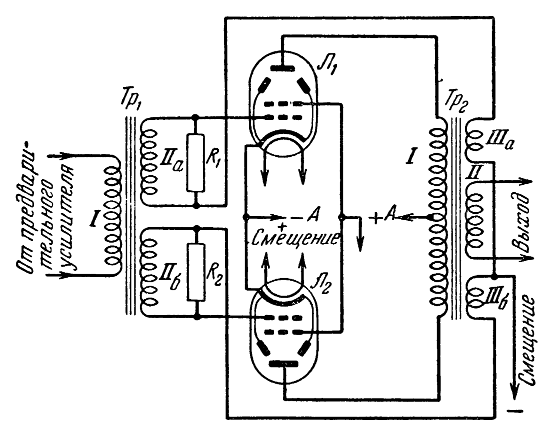
точным напряжениям. Предположим, например, что напряжение переменной слагающей с частотой какой-либо из гармоник в некоторый момент времени на аноде увеличивается. Это изменение напряжения передается через конденсатор C_o и сопротивление R_o в цепь управляющей сетки и вызывает уменьшение отрицательного напряжения на последней. Уменьшение же отрицательного напряжения на сетке вызывает увеличение анодного тока и, следовательно, уменьшение напряжения на аноде. В результате увеличение напряжения на аноде получается меньшим, чем при отсутствии связи через C_o и R_o и данная гармоника ослабится. Точно так же ослабятся в анодной цепи и напряжения других гармоник, а также напряжение основной частоты, подведенной к управляющей сетке оконечного каскада от предварительного усилителя. Таким образом, ослабление гармоник приводит в то же время к уменьшению усиления каскада. Чтобы получить в его анодной цепи необходимую мощность, нужно увеличить напряжение н. ч., подаваемое на управляющую сетку лампы, т. е. при наличии отрицательной обратной связи нужно строить предварительные усилители с бо́льшим усилением, чем при отсутствии обратной связи.

На фиг. 98,*б* приведена другая схема усилителя с отрицательной обратной связью. Здесь выходной трансформатор *Тр* имеет дополнительную обмотку обратной связи, включенную в цепь управляющей сетки лампы. Индуктируемая в этой обмотке э. д. с. обратной связи, действуя на сетку лампы, точно так же вызывает в анодной цепи лампы переменные напряжения, противоположные ей по фазе, т. е. действие этой схемы аналогично действию предыдущей схемы. Схема фиг. 98,*б* лучше схемы фиг. 98,*а* в том отношении, что она дает также ослабление фона переменного тока.

Для осуществления отрицательной обратной связи в двухтактном усилителе его выходной трансформатор $Тр_2$ (фиг. 99) часто снабжается обмотками обратной связи $III_а$ и $III_б$, а вторичная обмотка входного трансформатора $Тр_1$ разделяется на две изолированные друг от друга обмотки $II_а$ и $II_б$. Обмотки обратной связи соединяются последовательно. Свободный конец обмотки $III_а$ соединяется с обмоткой $II_а$ трансформатора $Тр_1$, а свободный конец обмотки $III_б$ — с обмоткой $II_б$. Таким образом, напряжение обратной связи с обмотки $III_а$ через обмотку $II_а$ трансформатора $Тр_1$ подается на управляющую сетку лампы $Л_1$,

а напряжение обратной связи с обмотки $III_б$ через обмотку $II_б$ трансформатора $Тр_1$ — на сетку лампы $Л_2$. Минус напряжения смещения на управляющие сетки обеих ламп каскада присоединяется к общей точке обмоток $III_а$ и $III_б$ и поступает на управляющие сетки через эти обмотки и через обмотки $II_а$ и $II_б$ трансформатора $Тр_1$.

Отрицательная обратная связь в двухтактном усилителе может быть осуществлена также соединением анода лам-



Фиг. 99. Схема двухтактного оконечного каскада усиления н. ч. с отрицательной обратной связью.

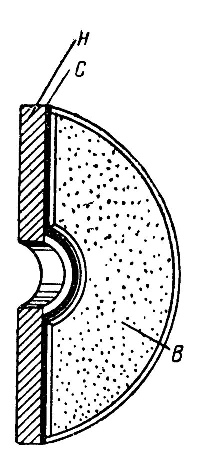
пы с ее управляющей сеткой через конденсатор и сопротивление, как это показано пунктиром на схеме фиг. 97. В ней цепь обратной связи образована сопротивлением R_8 и конденсатором C_8.

Рассмотренные простейшие схемы отрицательной обратной связи могут иметь ряд разновидностей. Часто, например, напряжение обратной связи подается с обмотки выходного трансформатора в цепь управляющей сетки лампы предоконечного каскада.

СЕЛЕНОВЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

Для обеспечения питания анодных и сеточных цепей некоторых радиоприемников и усилителей от сети переменного тока применяются селеновые выпрямители. В них преобразование переменного тока в пульсирующий осуществляется при помощи выпрямительных элементов,

представляющих собой стальные (или алюминиевые) никелированные шайбы *Н* (фиг. 100), покрытые с одной стороны тонким слоем селена *С*. Поверх селена нанесен еще слой *В* из легкоплавкого сплава висмута, кадмия и олова. Стальная (или алюминиевая) шайба *Н* является анодом выпрямительного элемента и называется нижним электродом. Слой легкоплавкого сплава представляет собой катод выпрямительного элемента и называется верхним электродом. Поэтому упомянутый легкоплавкий сплав называют еще катодным сплавом. Если приложить положительный потенциал к нижнему электроду, а отрицательный потенциал—к верхнему, то через слой селена пойдет значительно больший ток, чем в случае, если такие же электрические потенциалы приложить наоборот. Таким образом, описанная шайба (ее обычно называют селеновой шайбой) обладает выпрямительными свойствами и может быть использована в выпрямителе.

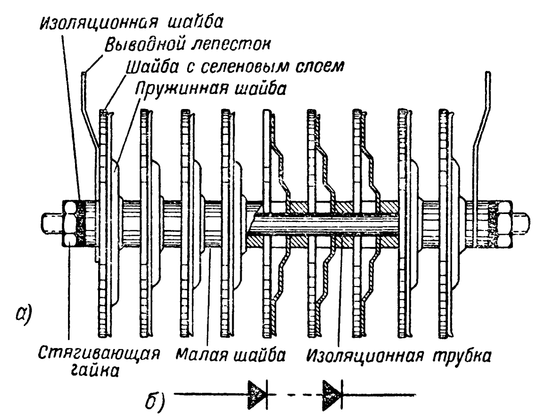


Фиг. 100. Селеновая выпрямительная шайба (в разрезе).

Одиночная селеновая шайба может быть использована для выпрямления небольших переменных напряжений. Если амплитуда обратного напряжения (т. е. напряжения такого направления, при котором селеновый элемент плохо проводит ток) превышает 22 — 25 *в*, селеновый элемент будет проводить ток одинаково хорошо в обоих направлениях.

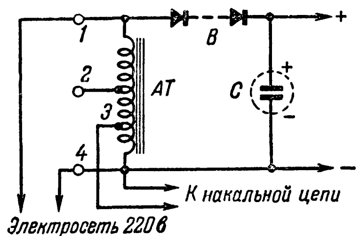
Чтобы получить возможность выпрямлять значительные напряжения, селеновые элементы включают последовательно, путем сборки их в столбики. На фиг. 101 показан такой столбик, собранный из девяти селеновых элементов. Здесь на стальной стержень надета трубка из изоляционного материала с внешним диаметром, соответствующим диаметру отверстий в шайбах. На эту трубку надеваются последовательно: шайба со слоем селена, тонкая пружинящая латунная шайба, малая (так называемая разделительная) шайба, снова шайба со слоем селена и т. д. Пружинящая шайба осуществляет контакт верхнего электрода селенового элемента через малую металлическую шайбу с нижним электродом соседнего селенового элемента. Весь столбик стягивается при помощи гаек, навинчиваемых на концы стержня. Включение селенового столбика в схему осуществляется

при помощи двух металлических выводных «лепестков», один из которых имеет электрический контакт с крайним в столбике селеновым элементом, а другой — с крайней в столбике пружинящей шайбой.



Фиг. 101. Селеновый выпрямительный столбик (*а*) и его схематическое изображение (*б*).

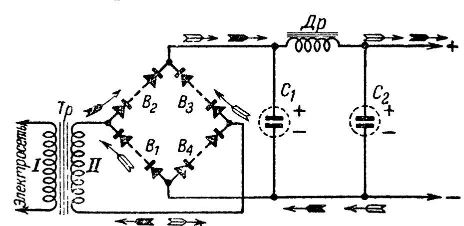
Однополупериодный селеновый выпрямитель. Схема селенового выпрямителя, применяемого в радиоприемнике «Москвич», приведена на фиг. 102. В ней вместо силового трансформатора применен автотрансформатор *АТ*, представляющий собой катушку из изолированного провода с сердечником из стальных пластин. От витков катушки сделаны отводы. Для работы от электросети с напряжением 220 *в* автотрансформатор присоединяется к ее проводам концами *1* и *4* своей обмотки, и напряжение на селеновый столбик *В* поступает непосредственно из сети. В результате выпрямительного действия столбика *В* на конденсаторе *С* получается пульсирующее напряжение. Число витков между нижним концом обмотки автотрансформатора, обозначенным цифрой *4*, и отводом, обозначенным цифрой *3*, выбирается таким, чтобы на этих витках получалось напряжение, необходимое для питания накала ламп приемника (6,3 *в*).



Фиг. 102. Схема однополупериодного селенового выпрямителя с автотрансформатором.

Провода от точек *3* и *4* идут к подогревателям ламп приемника.

Для работы выпрямителя от сети с напряжением 110—127 *в* последнюю подключают к концу *4* обмотки автотрансформатора и к отводу *2*. При этом на части витков обмотки между верхним ее концом *1* и отводом *2* получается напряжение около 100 *в*. Так как селеновый столбик подключен к верхнему концу *1* обмотки автотрансформатора, указанное добавочное напряжение складывается с напряжением



Фиг. 103. Мостовая схема селенового выпрямителя.

сети, подведенным к точкам *2* и *4*, и на селеновый столбик опять подается напряжение около 220 *в*. Следовательно, независимо от того, питается ли выпрямитель от сети с напряжением 220 или 110—127 *в*, на селеновый столбик подается почти одно и то же напряжение. Соответственно в обоих случаях получаются одинаковые выпрямленные напряжения.

Селеновый выпрямитель по мостовой схеме. В колхозном радиоузле КРУ-10, а также в переносном приемнике «Дорожный» селеновые выпрямители выполнены по так называемой мостовой схеме. В такой схеме (фиг. 103) работают четыре группы селеновых выпрямительных элементов, которые обозначены B_1, B_2, B_3 и B_4 (обычно все они собраны в один столбик). Каждая из этих групп элементов образует одно плечо моста. В каждом плече моста должно быть одинаковое число шайб. К точкам соединения групп B_4, B_3 и B_2, B_1 подводится переменное напряжение от вторичной обмотки силового трансформатора *Тр*.

Во время одного полупериода переменного напряжения ток проходит через группы селеновых элементов, обозначенные B_3 и B_1. Путь этого тока показан стрелками со светлым оперением. Группы селеновых элементов B_2 и B_4 в это время ток через себя практически не пропускают. Во время полупериода переменного напряжения другого знака ток

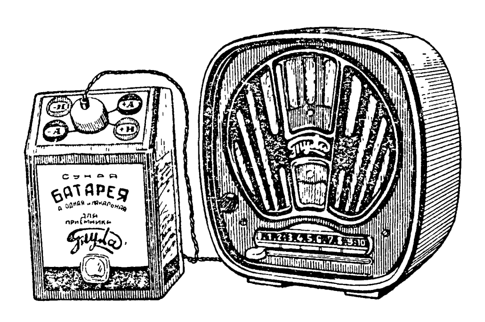
идет через группы селеновых элементов B_2 и B_4, как показано стрелками с черным оперением. При этом группы B_3 и B_1 не пропускают через себя тока. Как видно из этой схемы, через дроссель *Др* идет ток одного направления в течение обоих полупериодов переменного напряжения, т. е. мостовая схема осуществляет двухполупериодное выпрямление. Фильтр, состоящий из дросселя и конденсаторов, сглаживает пульсации выпрямленного тока.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫЕ ПРИЕМНИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

БАТАРЕЙНЫЙ РАДИОПРИЕМНИК «ТУЛА»

Простым и дешевым радиовещательным батарейным приемником является радиоприемник прямого усиления «Тула» (фиг. 104). Он обеспечивает громкий прием мощных длинно- и средневолновых радиовещательных станций на



Фиг. 104. Батарейный радиоприемник „Тула". Рядом показан блок батарей для его питания.

обычную наружную антенну на расстоянии 150—200 *км*, а удовлетворительный прием — на расстоянии до 400—600 *км*.

В приемнике «Тула» работают две электронные пальчиковые лампы: диод-пентод 1Б1П и пентод 2П1П. Пентодная часть первой из них используется как сеточный детектор (ее диодная часть не используется), а вторая — в оконечном низкочастотном каскаде. В приемнике имеется один колебательный контур, в котором работает одна из четырех кату-

шек индуктивности, расположенных на общем каркасе. При помощи ручки настройки внутри этого каркаса поочередно сквозь все четыре катушки перемещается альсиферовый сердечник. Вместе с сердечником вдоль каркаса катушек движется заземленный подвижной контакт переключателя диапазонов. Он скользит по неподвижным контактам — полоскам, к которым припаяны концы контурных катушек. Другие концы катушек соединены вместе, и к ним через конденсатор постоянной емкости 100 *пф* подключается антенна. Передача движения ручки альсиферовому сердечнику осуществляется при помощи тросика. Этой же ручкой осуществляются также включение питания приемника и регулировка громкости (изменением емкости конденсатора переменной емкости, изменяющего связь настраиваемого контура с цепью сетки детекторной лампы).

В приемнике имеется обратная связь, величину которой можно регулировать небольшим конденсатором переменной емкости при помощи отвертки. Такая регулировка производится при установке приемника для обеспечения его наилучшей чувствительности. Во время пользования приемником обратную связь не регулируют.

Радиоприемник «Тула» питается от специального блока, содержащего в себе батарею накала, состоящую из двух сухих элементов, и анодную батарею напряжением 60 *в*. Радиоприемник имеет шнур, оканчивающийся многополюсной штепсельной вилкой в виде лампового цоколя, которая вставляется в гнездо блока питания (фиг. 104). Нити накала ламп приемника соединены последовательно. Через 2—2,5 мес. работы приемника (по 3—4 часа в день), когда напряжение батареи накала снижается до 2,2—2,3 *в*, при помощи переключателя замыкается накоротко одна нить накала лампы 2П1П. При этом обеспечивается нормальный накал оставшейся в цепи накала второй нити накала этой лампы и нити лампы 1Б1П.

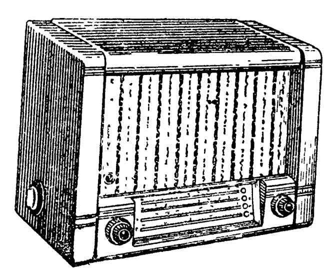
При отсутствии источников питания громкоговоритель приемника «Тула» может быть включен в радиотрансляционную сеть. Кроме того, приемник можно использовать в качестве детекторного для приема на головные телефоны.

БАТАРЕЙНЫЙ РАДИОПРИЕМНИК «РОДИНА-52»

В неэлектрифицированных сельских местностях наибольшее распространение получили батарейные супергетеродинные приемники второго класса серии «Родина» («Родина»,

«Родина-47» и «Родина-52»). Рассмотрим последнюю модель приемника этой серии — «Родина-52» (фиг. 105).

Схема и конструкция приемника. Приемник «Родина-52» содержит семь пальчиковых электронных ламп[1]. В преобразователе частоты работает гептод 1А1П, в двух каскадах усиления промежуточной частоты (465 *кгц*) — пентоды 1К1П, в предоконечном фазоинверсном низкочастотном каскаде — пентодные части двух диод-пентодов 1Б1П и в оконечном двухтактном каскаде — два лучевых тетрода 2П1П (схема последних каскадов приемника «Родина-52» приведена на фиг. 97). Диод одной из ламп 1Б1П используется для детектирования колебаний промежуточной частоты и создания напряжения АРУ на управляющие сетки ламп 1А1П и 1К1П.



Фиг. 105. Батарейный радиоприемник „Родина-52".

При одном положении переключателя диапазонов осуществляется прием радиовещательных станций, работающих на длинных волнах, при другом — работающих на средних волнах, при третьем — на коротких волнах 76—36 *м* и при четвертом — на коротких волнах 36—24,8 *м*.

Регулировка громкости осуществляется при помощи потенциометра, изменяющего величину напряжения н. ч., подаваемого с детектора на фазоинверсный каскад.

В приемнике имеется «переключатель экономичности», при помощи которого можно изменять выходную мощность приемника. При среднем положении ручки этого переключателя включаются все нити лучевых тетродов 2П1П оконечного каскада; при этом на выходе приемника получается неискаженная мощность колебаний н. ч. до 0,3 *вт* (при анодном напряжении 90 *в*). При одном из крайних положений ручки переключателя отключается одна нить в каждой из ламп 2П1П и при этом выходная мощность приемника снижается до 0,1 *вт* («экономичный режим»). Наконец, при другом крайнем положении этого переключателя отключается накал ламп преобразователя частоты и усилителя промежуточной частоты, включаются все нити лучевых

---

[1] В приемниках „Родина" и „Родина-47" применялись малогабаритные стеклянные лампы с пластмассовыми октальными цоколями и металлизированными баллонами.

тетродов 2П1П и к регулятору громкости подключаются гнезда «звукосниматель». При этом низкочастотная часть и громкоговоритель приемника используются для воспроизведения граммзаписи.

Питание приемника. Для питания накала ламп радиоприемника может применяться батарея накала БНС-МВД-400 или БНС-МВД-130. Кроме того, для работы приемника необходимы две батареи типа БСГ-60-С-8 или БСГ-60-С-2,5. Каждая такая батарея содержит в себе анодную батарею с номинальным напряжением 60 *в* с отводом от 45 *в* и батарею сеточного смещения напряжением 4,5 *в*.

Приемник имеет шнур со штепсельной вилкой, которая вставляется в гнезда батареи накала, и двумя четырехштырьковыми колодочками, которые вставляются в гнезда на анодно-сеточных батареях. Через этот шнур анодные секции батарей соединяются последовательно; также последовательно соединяются и 4,5-вольтовые секции, образуя батарею смещения оконечного каскада с напряжением 9 *в*.

Включение батарей на питание ламп приемника производится специальным переключателем. Первое положение этого переключателя (когда его ручка повернута до отказа против часовой стрелки) соответствует выключению батарей. При установке переключателя во второе или третье положение на лампы приемника включаются напряжения накала и анодное напряжение от батарей. При этих двух положениях переключателя параллельно анодной батарее включается также неоновая лампочка с последовательным сопротивлением. При нормальном напряжении анодной батареи эта лампочка ярко светится. Разряд анодной батареи, сопровождающийся падением ее напряжения, может быть обнаружен по ослаблению свечения или погасанию неоновой лампочки.

Действие приемника при двух рабочих положениях переключателя питания отличается тем, что в среднем положении параллельно регулятору громкости включается конденсатор, который пропускает через себя мимо регулятора громкости колебания верхних звуковых частот и, таким образом, понижает тембр звучания. При установке ручки переключателя в крайнее правое положение конденсатор выключается, полоса пропускания низких частот расширяется и тембр звучания становится более высоким.

Если приемник использовать все время в экономичном режиме, комплект из батарей БНС-МВД-400 и БСГ-60-С-8 обеспечивает работу приемника в течение 600 час., а из

батарей БНС-МВД-130 и БСГ-60-С-2,5 — в течение 200 час.

Настройка приемника. После того как к приемнику присоединены антенна, заземление и батареи и последние включены левой большой ручкой, можно приступить к настройке приемника на радиовещательные станции. Прежде всего переключатель диапазонов (правая большая ручка) устанавливается на тот диапазон волн, в котором находится волна станции, передачу которой желательно принять. В зависимости от положения переключателя диапазонов появляется кружок у соответствующей шкалы настройки приемника.

Ручка регулятора громкости (левая маленькая) поворачивается почти до отказа по часовой стрелке. После этого плавным вращением ручки настройки (малой правой) нужно переместить указатель шкалы на то деление, которое соответствует длине волны намеченной к приему радиовещательной станции. Если эта станция работает, то при этом слышна ее передача. Когда передача услышана, следует, поворачивая в небольших пределах ручку настройки то в одну, то в другую сторону, установить наиболее громкую ее слышимость. После этого при помощи ручки регулятора громкости нужно установить желаемую громкость передачи.

На коротковолновом диапазоне передача той или иной радиостанции слышна в пределах очень небольшого участка шкалы. Поэтому при настройке приемника на коротковолновую станцию ручку настройки нужно вращать очень медленно и плавно, иначе можно «пройти» через точку на шкале настройки, соответствующую волне станции, не услышав желаемую передачу. Изменение выходной мощности приемника и переход на работу от звукоснимателя производятся ручкой, расположенной на левой боковой стенке ящика.

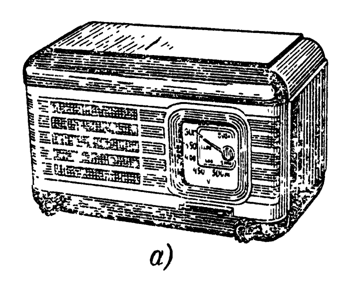
По окончании приема приемник нужно выключить, повернув его левую большую ручку до отказа влево. При этом неоновая лампочка на шкале приемника гаснет. После этого нужно заземлить антенну грозопереключателем.

СЕТЕВЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ «МОСКВИЧ» И АРЗ

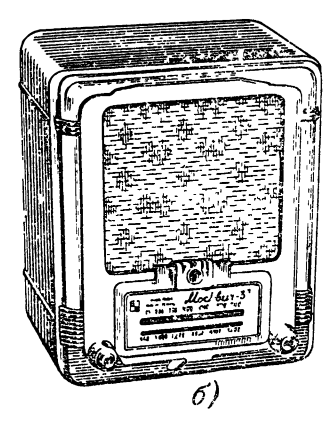
Из большого числа радиослушательских приемников с питанием от сети переменного тока (с напряжением 110, 127 и 220 *в*) наиболее массовыми и дешевыми являются трехламповые супергетеродинные радиоприемники серий «Москвич» и АРЗ (фиг. 106 и 107).

На эти приемники в Европейской части СССР можно принимать на громкоговоритель мощные станции централь-

ного вещания и повсюду — местные станции, работающие в длинно- и средневолновом диапазонах. Низкочастотные части этих приемников могут быть использованы для воспроизведения граммзаписи.



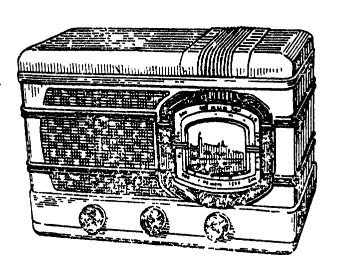
а)



б)

Фиг. 106. Сетевые радиоприемники „Москвич" (а), „Москвич-3" (б).

Каждый такой приемник имеет ручки управления, расположенные на его стенке внизу. Левые ручки этих приемников служат для включения питания и регулирования громкости. Настройка приемников типа «Москвич» осуществляется крайней правой, а настройка приемников серии АРЗ — средней ручкой. Переключение диапазонов в приемниках типа «Москвич» осуществляется при помощи рычажка, выступающего из прорези под шкалой настройки; переключение диапазонов в приемниках АРЗ производится правой ручкой. Включение антенны и граммофонного звукоснимателя производится в гнезда, расположенные с задней стороны приемников. Заземления к приемникам этих типов присоединять не нужно, так как они заземляются автоматически для токов в. ч. через питающие электросети. Подключение заземления к приемнику приводит к перегоранию предохранителей электрических сетей.



Фиг. 107. Сетевой радиоприемник типа АРЗ.

В преобразователях частоты радиоприемников «Москвич» и АРЗ всех разновидностей работают гептоды типа 6А10С (или 6А7).

Колебательные контуры принимаемой частоты и гетеродина настраиваются при помощи блока из двух конденсаторов переменной емкости. При работе в длинно- и средневолновом диапазонах в контуры при помощи переключателя диапазонов включаются различные катушки. В приемнике «Москвич» связь с антенной индуктивная. При работе приемника АРЗ в средневолновом диапазоне связь с антенной также индуктивная, причем в качестве антенной катушки при этом используется контурная катушка длинноволнового диапазона; при приеме длинных волн связь с антенной емкостная.

Колебания промежуточной частоты поступают от преобразователя в цепь управляющей сетки двойного диод-пентода 6Б8С через полосовой фильтр. В анодную цепь этой лампы включен одиночный колебательный контур. Контуры промежуточной частоты приемников «Москвич» настроены на 465 *кгц*, а приемников АРЗ — на 110 *кгц*.

Усиленные колебания промежуточной частоты поступают для детектирования на диодную часть лампы 6Б8С, и на потенциометре регулирования громкости получается пульсирующее с низкой частотой напряжение. Переменная составляющая этого напряжения в приемниках «Москвич», АРЗ-49, АРЗ-51 и АРЗ-52 подается опять на управляющую сетку лампы 6Б8С (так называемая р е ф л е к с н а я схема). Усиленное этой лампой напряжение н. ч. получается на сопротивлении, включенном в анодную цепь этой лампы, откуда оно через конденсатор поступает на управляющую сетку лучевого тетрода 6П6С оконечного каскада (в приемнике АРЗ-49 применяется лучевой тетрод 30П1С).

Схема усиления промежуточной частоты и детектирования в приемнике «Москвич-3» такая же, как и в приемнике «Москвич», но пентодная часть лампы 6Б8С используется только для усиления промежуточной частоты. Предварительное усиление н. ч. в приемнике «Москвич-3» осуществляется при помощи отдельного пентода 6Ж8. Из его анодной цепи усиленное напряжение низкой частоты подается на управляющую сетку лучевого тетрода 6П6С оконечного каскада.

Выходная неискаженная мощность приемников типа «Москвич» и АРЗ равна около 0,5 *вт* при коэффициенте гармоник не более 7—10%. Выпрямление переменного тока в приемниках «Москвич» и АРЗ-49 осуществляется селеновыми выпрямителями, а в приемниках «Москвич-3», АРЗ-51 и АРЗ-52 — выпрямителями с кенотронами 6Ц5С. Пере-

ключение приемников на то или иное напряжение сети производится путем перестановки плавких предохранителей.

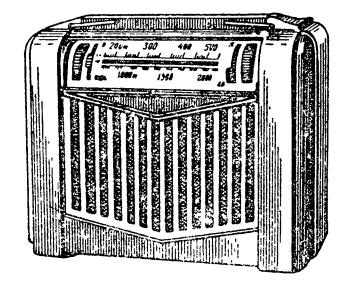
Изменяющееся по величине смещение на управляющие сетки ламп 6А10С и 6Б8С для осуществления автоматической регулировки чувствительности приемника подается из цепи диодов лампы 6Б8С.

Настройка приемников «Москвич» и АРЗ всех видов осуществляется в таком же порядке, как и настройка приемника «Родина-52».

РАДИОПРИЕМНИК «ДОРОЖНЫЙ»

Радиоприемник «Дорожный» (фиг. 108) отличается от всех других радиовещательных приемников универсальностью применения.

В полевых условиях он питается от специальных гальванических батарей очень малого размера, находящихся внутри его футляра. Батарея накала дает напряжение 4,8 *в*, а анодная батарея — 60 *в*. Срок службы этих батарей при ежедневной 3-часовой работе приемника составляет 12—15 дней. Вес приемника с упомянутыми батареями составляет всего 3,5 *кг*.



Фиг. 108. Радиоприемник „Дорожный".

В стационарных условиях питание приемника «Дорожный» можно осуществлять либо от комплекта, в который входят батарея накала из четырех-пяти элементов 6С-МВД и анодная батарея БСГ-70 (или им аналогичные), либо от электросети переменного тока напряжением 110, 127 или 220 *в*.

Радиоприемник «Дорожный» рассчитан на прием средне- и длинноволновых радиостанций. В полевых условиях радиоприем осуществляется на антенну, расположенную внутри футляра приемника. В стационарных условиях прием может производиться на ту же антенну либо на обычную внешнюю антенну. При использовании последней чувствительность приемника увеличивается.

Громкоговоритель приемника (при выключенном его питании) можно включать в радиотрансляционную сеть.

Футляр приемника — пластмассовый, красиво оформленный — имеет удобную ручку для переноски. Размер приемника 240 × 150 × 180 *мм*.

Радиоприемник «Дорожный» представляет собой четырехламповый супергетеродин на пальчиковых лампах. В его преобразователе частоты работает гептод 1А1П. Колебательные контуры принимаемой частоты и гетеродина настраиваются при помощи блока из двух конденсаторов переменной емкости, отличающегося малыми размерами. Из анодной цепи преобразователя частоты модулированные колебания промежуточной частоты 465 *кгц* через полосовой фильтр поступают в цепь управляющей сетки пентода 1К1П, работающего в каскаде усиления промежуточной частоты. Из анодной цепи лампы 1К1П колебания промежуточной частоты через второй полосовой фильтр поступают на диод лампы 1Б1П, осуществляющий детектирование.

Низкочастотная составляющая напряжения, получающаяся на потенциометре регулирования громкости, включенном в цепь диода, подается на управляющую сетку пентодной части той же лампы 1Б1П, используемой в каскаде предварительного усиления н. ч. Усиленное им напряжение поступает на управляющую сетку лучевого тетрода 2П1П оконечного каскада. Малогабаритный динамический громкоговоритель 05ГД-7, как обычно, подключен ко вторичной обмотке выходного трансформатора, первичная обмотка которого включена в анодную цепь лучевого тетрода 2П1П.

Нити накала всех ламп приемника соединены последовательно; этим и вызвана необходимость иметь батарею накала напряжением 4,8—6 *в*.

Постоянная слагающая напряжения, возникающая на потенциометре регулирования громкости, подается на управляющие сетки ламп 1А1П и 1К1П и используется как напряжение автоматической регулировки усиления.

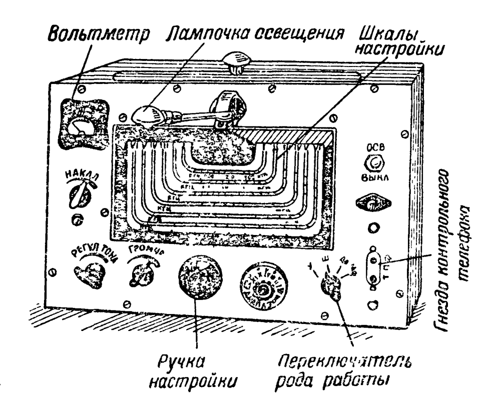
Радиоприемник «Дорожный» содержит в себе два селеновых выпрямителя, выполненных по мостовой схеме. Они используются при работе приемника от электросети переменного тока. Один из них вырабатывает напряжение 6 *в* для накала, а другой — напряжение 80 *в* для питания цепей анодов и экранных сеток электронных ламп приемника. Выпрямители имеют сглаживающие фильтры. Переменное напряжение на селеновый выпрямитель накала подается со вторичной обмотки силового трансформатора, а на выпрямитель анодного напряжения — с части его первичной обмотки.

При питании приемника «Дорожный» от электросети, а также от стационарного комплекта батарей, в который

входит батарея накала, состоящая из пяти элементов (т. е. дающая номинальное напряжение 6 *в*), выходная мощность приемника достигает 100 *мвт*. Когда же для питания приемника применяется батарея накала, дающая номинальное напряжение 4,8 *в* (из четырех элементов), одна половина нити накала лампы 2П1П оконечного каскада выключается и выходная мощность приемника не превышает 30—40 *мвт*. Однако благодаря высокой чувствительности громкоговорителя 05ГД-7 громкость воспроизведения передачи при этом получается достаточной.

РАДИОПРИЕМНИКИ ПТБ-47 И ПТС-47

Эти приемники применяются на радиотрансляционных узлах. Радиоприемник ПТБ-47 (фиг. 109) предназначен для радиоузлов, работающих в местностях, не имеющих электрических сетей. Он позволяет вести прием радиовещательных станций, работающих в пределах следующих диапазонов: I—2 000—740 *м* (150—405 *кгц*); II—560—219 *м* (535—1 370 *кгц*); III — 75 — 40 *м* (4,0—7,5 *мггц*); IV—32,25—30,6 *м* (9,3—9,8 *мггц*); V—26—24,8 *м* (11,5—12,1 *мггц*); VI—20,3 — 19 *м* (14,8 — 15,6 *мггц*).



Фиг. 109. Приемник ПТБ-47, применяемый на радиотрансляционных узлах.

Для питания приемника требуется батарея накала с напряжением 2,5 *в* и анодная батарея с напряжением 120 *в*. Обычно он питается от аккумуляторных батарей.

Приемник ПТБ-47 может быть использован и как предварительный усилитель радиотрансляционного узла при работе от микрофона или граммофонного звукоснимателя.

На передней стенке приемника центральное место занимает шкала настройки, отградуированная в килогерцах и мегагерцах. Под ней расположены все основные ручки управления, а над шкалой — на подвижном кронштейне лампочка для освещения шкалы и органов настройки при-

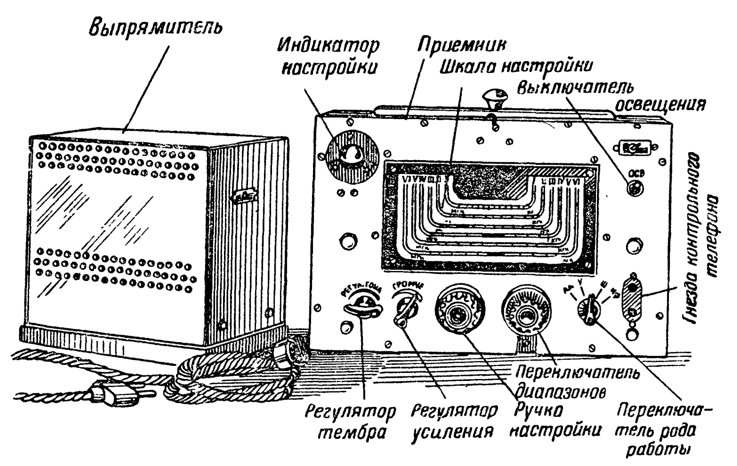
емника в вечернее и ночное время. Справа от шкалы настройки находятся выключатель этой лампочки, гнездо для плавкого предохранителя, включенного в цепь накала, и гнезда для включения контрольного телефона (громкоговорителя приемник не имеет). Слева от шкалы настройки расположены вольтметр для измерения напряжения накала ламп и анодного напряжения приемника, ручка реостата (переменного сопротивления) для регулировки напряжения накала ламп и ручка регулятора тембра. На задней стенке приемника находятся гнезда для включения антенны, микрофона, звукоснимателя и входа усилителя радиотрансляционного узла (последние обозначены *Линия*). Для присоединения батарей к приемнику прилагается многожильный кабель (шланг).

Приемник ПТБ-47 представляет собой 8-ламповый супергетеродин, содержащий каскад усиления в. ч. с лампой 2К2М, преобразователь с лампой СБ-242, работающей в качестве смесителя, и лампой СБ-258, используемой в схеме отдельного гетеродина, два каскада усиления промежуточной частоты с лампами 2К2М, детектор колебаний промежуточной частоты с лампой 2К2М, предварительный каскад усиления н. ч. с лампой 2Ж2М и оконечный каскад с лампой СБ-258.

Контуры принимаемой частоты, включенные в цепи управляющих сеток ламп каскада усиления в. ч. и смесителя, и контур гетеродина настраиваются при помощи блока из трех переменных конденсаторов. Каждый из этих контуров соответственно числу диапазонов приемника имеет по шести катушек индуктивности, переключаемых при помощи переключателя диапазонов.

Колебания вспомогательной частоты от гетеродина поступают на первую и вторую сетки лампы смесителя, соединенные накоротко. В анодной цепи смесителя получаются колебания промежуточной частоты 460 *кгц*. Передача колебаний промежуточной частоты из анодной цепи преобразователя на первый каскад усиления промежуточной частоты, а также из его анодной цепи на второй каскад усиления промежуточной частоты производится при помощи полосовых фильтров. В анодную цепь второго каскада промежуточной частоты включен одиночный контур. С последнего через конденсатор колебания промежуточной частоты подаются на сетку лампы 2К2М, выполняющей роль второго детектора. Получившиеся в результате детектирования колебания н. ч. поступают из анодной цепи этой лампы

на потенциометр регулирования громкости и с него на сетку лампы 2Ж2М предварительного каскада усиления н. ч. В оконечном каскаде работает лампа СБ-258. Вторичная обмотка выходного трансформатора соединена с гнездами *Линия* и *Телефон*. Со вторичной обмотки выходного трансформатора в цепь сетки лампы предварительного каскада усиления н. ч. подается отрицательная обратная связь.



Фиг. 110. Трансляционный приемник ПТС-47 (справа) и выпрямитель для его питания (слева).

При работе от звукоснимателя или микрофона колебания н. ч. поступают на потенциометр регулировки громкости и далее усиливаются двумя указанными выше низкочастотными каскадами.

В приемнике имеется автоматическая регулировка усиления. С этой целью постоянная слагающая напряжения, получающегося в результате детектирования колебаний промежуточной частоты, подается на управляющие сетки пентодов 2К2М, работающих в каскадах усиления высокой и промежуточной частоты.

Радиоприемник ПТС-47 (фиг. 110) предназначается для радиотрансляционных узлов, аппаратура которых питается от сети переменного тока с напряжением 110, 127 или 220 *в*. По своим данным он мало отличается от описанного выше приемника ПТБ-47. На месте вольтметра на передней стенке приемника находится окошко, через которое виден экран индикатора настройки (лампы 6Е5С). Кроме того, у него отсутствуют реостат накала и лампочка для осве-

щения передней стенки приемника. Все прочие органы управления приемником ПТС-47 и гнезда для включения антенны, микрофона, граммофонного звукоснимателя и входа усилителя радиотрансляционного узла расположены так же, как и в приемнике ПТБ-47.

Диапазоны волн приемника ПТС-47 такие же, как и у приемника ПТБ-47. В каскадах усиления высокой и промежуточной частоты работают пентоды 6К7, в смесителе — гептод 6А10С (или 6А7), в гетеродине вспомогательной частоты и оконечном каскаде — пентоды 6Ф6С (аноды ламп 6Ф6С соединены с экранными сетками, т. е. работают как триоды). В детекторе колебаний промежуточной частоты и схеме АРУ используется двойной диод 6Х6С. В каскаде предварительного усиления н. ч. работает трехэлектродная лампа 6Ф5С.

При использовании низкочастотной части приемника в качестве предварительного усилителя для работы от микрофона последний включается в цепь первичной обмотки специального микрофонного трансформатора, вторичная обмотка которого через переключатель рода работы соединяется с потенциометром регулирования громкости.

Для питания приемника имеется отдельный двухполупериодный выпрямитель, работающий с кенотроном 5Ц4С (фиг. 110). От специальной обмотки силового трансформатора выпрямителя питаются цепи накала ламп приемника.

УХОД ЗА РАДИОПРИЕМНИКАМИ

Для обеспечения исправной работы и сохранности радиоприемника его нужно содержать в надлежащих условиях и правильно эксплуатировать.

Прежде всего большое значение имеет место установки приемника. Его следует устанавливать в сухом, нормально отапливаемом помещении на столе, специальной тумбочке или полке в таком месте, чтобы его было удобно включать и настраивать, чтобы он был предохранен от случайных ударов, сотрясений и возможности падения, чтобы его не приходилось часто переставлять или передвигать. Сырость вредно влияет на радиоприемник, так как под ее действием сильно ухудшается качество отдельных деталей приемника, в результате чего появляются утечки тока в различных цепях приемника и действие его ухудшается, окисляются контакты и места пайки, коробятся и расклеиваются картонные каркасы катушек, коробится и расклеивается дере-

вянный ящик приемника. Поэтому приемник нельзя ставить в сырые места, например на подоконник, близко к умывальнику и т. п. Не следует ставить на приемник вазы или горшки с цветами. Приемник надо оберегать и от чрезмерного нагрева, поэтому нельзя его устанавливать, например, около печки. Под действием высокой температуры может покоробиться и расклеиться его деревянный ящик, могут быстро высохнуть и поэтому перестать действовать батареи приемника. Рекомендуется подложить под приемник кусок материи, войлока или резины для смягчения возможных толчков.

Вредное влияние на работу приемника оказывает пыль; она создает утечки в его схеме, служит причиной возникновения шумов и шорохов во время приема, а отсыревшая пыль может вызвать и короткие замыкания в схеме. Поэтому необходимо оберегать приемник от попадания в него пыли и регулярно протирать чистой тряпочкой не только его ящик и ручки, но и доступные детали внутри ящика. Детали, которые нельзя протереть тряпочкой, а также узкие промежутки между деталями рекомендуется прочищать волосяной кисточкой. Все эти операции нужно проводить только при выключенном приемнике.

Приобретенный приемник нужно прежде всего хорошо изучить: внимательно прочитать прилагаемую к нему инструкцию, ознакомиться с его устройством, усвоить расположение и назначение его ручек управления и порядок пользования ими, размещение электронных ламп, порядок включения источников питания. Если это — сетевой приемник, то нужно проверить, на какое напряжение он включен. В приемниках АРЗ и «Москвич» должны быть вставлены колодки с предохранителями, соответствующими напряжению в данной сети; в приемниках других типов должны быть поставлены в соответствии с прилагаемыми к ним инструкциями переключатели напряжений сети. Только после внимательного предварительного ознакомления с приемником можно включать его в электросеть и настраивать.

Ручки приемника можно вращать только в определенных пределах. Так, например, вращая ручку настройки в поисках слышимости различных радиовещательных станций, следует внимательно следить за положением указателя шкалы. Когда он дошел до края шкалы, нельзя вращать ручку настройки дальше в ту же сторону, так как этим можно испортить верньерный механизм.

Нужно запомнить, сколько положений имеет ручка переключателя диапазонов и в какую сторону при каком ее положении можно ее вращать. Если эта ручка не поддается переключению, нужно прежде всего убедиться, в надлежащую ли сторону производится вращение. Если какая-либо из ручек не поддается вращению, не следует применять чрезмерных усилий, а постараться выяснить и устранить причину неисправности.

В случае перегорания предохранителя в сетевом приемнике нужно заменить его таким же покупным. Не следует применять вместо нормальной плавкой предохранительной вставки какие-либо заменители вроде проволочек, гвоздиков, шпилек и т. п., так как это может привести к повреждению других, более дорогих деталей приемника.

При перегорании лампы нужно заменять ее лампой такого же типа, не пытаясь ставить на ее место имеющуюся под рукой лампу иного типа. Стеклянные лампы вынимать и вставлять в приемник можно только, держа их за цоколь, а не за баллон, так как в последнем случае можно оторвать баллон от цоколя.

Если из приемника вынуто сразу несколько ламп, нужно устанавливать их обратно внимательно, чтобы не перепутать их местами, так как неправильная расстановка ламп может повлечь за собой не только прекращение работы приемника, но и более серьезные повреждения, чем перегорание ламп. Лампы следует вынимать и вставлять при выключенном питании приемника.

Не следует самостоятельно производить какие-либо исправления, переключения или переделки в приемнике при отсутствии твердых и четких знаний об его схеме и работе, практических навыков работы с ним.

НЕИСПРАВНОСТИ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Порядок определения неисправности. При отсутствии специальных измерительных приборов и должной практики отыскать и устранить можно только сравнительно простые неисправности радиоприемника. Обычно выяснение причин неисправности начинают с проверки ламп. Поочередно взамен каждой лампы включают такую же новую. Если при этом работа приемника не восстанавливается, приступают к более тщательной проверке. Для отыскания повреждения надо либо очень хорошо знать схему приемника, либо иметь ее под руками.

Быстрому нахождению повреждения способствует знание обстоятельств, при которых приемник вышел из строя. Например, если приемник после нескольких лет нормальной работы стал «трещать» или переключении диапазонов, то, очевидно, стерлись или ослабли контакты переключателя диапазонов; если начал сильно нагреваться силовой трансформатор, повидимому, неисправны конденсаторы фильтра или оконечная лампа и т. д. Нередко плохая работа приемника объясняется не его неисправностью, а плохой антенной, сильными помехами радиоприему от различных источников и т. д.

Для отыскания неисправностей в приемнике прежде всего надо вынуть шасси приемника из ящика и осмотреть монтаж, чтобы проверить, нет ли явных обрывов или других неисправностей. Если внешним осмотром неисправность обнаружить не удалось, надо проверку всякого приемника начинать с конца схемы, т. е. с системы питания, и постепенно продвигаться к началу схемы, т. е. к антенне, в такой последовательности: питающая часть, усилитель низкой частоты, второй детектор и усилитель промежуточной частоты, преобразователь, усилитель высокой частоты.

Если цепи питания исправны (обрывов в шнуре нет, лампы все горят, кенотрон не перегревается и т. п.), нужно проверить работу усилителя н. ч. после второго детектора.

Далее, проверяют наличие радиоприема при подключении антенны и настройке приемника на местную станцию.

Если приемник не работает при подключении антенны к ее гнезду и работает, когда она подключена к управляющей сетке преобразователя, то очевидно, что поврежден каскад усиления в. ч. Если усилитель низкой частоты исправен, а приемник при включении антенны не работает, то проверяют наличие генерации гетеродина.

Когда место повреждения приблизительно найдено, приступают к точному определению неисправной детали. Прежде всего проверяют режим ламп, работающих в неисправном каскаде. Измерять анодные и экранные напряжения в приемнике можно только вольтметром с большим внутренним сопротивлением. Если лампы получают нормальное питание, то омметром или пробником [1] определяют, не нару-

[1] Пробник — это обычный вольтметр со шкалой 3—5 *в*, соединенный последовательно с батарейкой; одним концом (от вольтметра) и вторым концом (от батарейки) его присоединяют к испытываемой цепи.

шены ли соединения в схеме (нет ли обрывов и коротких замыканий). Обычно проверка режима ламп и соединений дает уже возможность определить причину неисправности.

Неисправности ламп. Наиболее часто встречающиеся неисправности ламп — это обрыв (перегорание) нити, замыкание электродов, потеря эмиссии, проникновение газа в баллон лампы. Первые две неисправности можно определить пробником, касаясь его концами штырьков вынутой из панели лампы. При испытании пробником ламп с одновольтовым и двухвольтовым накалом необходимо последовательно с ним включать сопротивление (чтобы не пережечь нить лампы). Потерю эмиссии и проникновение в лампу газа можно обнаружить при проверке режима лампы. Если при нормальном напряжении на всех электродах лампы анодный ток мал, значит лампа потеряла эмиссию. Если, наоборот, анодный ток велик и мало меняется при выключении напряжения смещения, то в лампу проник газ. Лампа с потерянной эмиссией обычно понижает чувствительность приемника и создает искажения. Наличие газа в стеклянной лампе обнаруживается по сплошному фиолетовому свечению в ней. Поврежденную лампу исправить нельзя, ее надо заменить новой.

Для проверки ламп удобно пользоваться выносной ламповой панелькой. Ее включают 8-проводным кабелем при помощи лампового цоколя на место лампы в приемнике. При этом легко измерять напряжения на электродах и токи в цепях лампы.

Неисправности в цепях питания. Перед включением приемника в сеть надо убедиться в том, что силовой трансформатор включен на соответствующее напряжение сети. Если нити ламп не накаливаются, а предохранитель цел, проверяют качество соединений в питающей цепи при включенном выключателе питания приемника. Нередко достаточно пошатать штепсельную вилку или шнур у места их присоединения, и контакт восстанавливается.

Таким образом, обнаруживается место повреждения. Если при включении приемника сразу перегорает предохранитель, то это говорит о неисправности цепи трансформатора (короткое замыкание).

Если нити ламп накаливаются, но приемник все же не работает, то возможно, что нет напряжения на первом и втором конденсаторах сглаживающего фильтра. При пробое второго конденсатора фильтра в громкоговорителе, обмотка подмагничивания которого используется в качестве

дросселя, слышен сильный фон. Кроме того, при этом сильно греются аноды кенотрона. Если пробит первый конденсатор, то между катодом и анодом кенотрона при включении приемника в сеть часто проскакивают искры, а также сильно разогреваются аноды. Электролитический конденсатор можно проверить пробником: при подключении пробника к исправному конденсатору сначала получается быстрое отклонение стрелки (за счет заряда конденсатора), а затем она возвращается в нулевое положение.

Анодное напряжение может отсутствовать также из-за неисправной блокировки или обрыва во вторичной обмотке силового трансформатора. Сильный нагрев анодов может иметь место вследствие обрыва цепи смещения оконечной лампы; при этом анодное напряжение на втором конденсаторе фильтра понижается, а анодный ток оконечной лампы возрастает.

Если нити всех ламп накаливаются, анодное напряжение подается, а силовой трансформатор быстро нагревается, то измеряют общий анодный ток. При слишком большой величине этого тока можно подозревать наличие короткозамкнутых витков в трансформаторе. Если анодное напряжение мало, то следует проверить на обрыв обе половины вторичной обмотки силового трансформатора. Если конденсаторы фильтра исправны, проверяют, нет ли замыкания анодного провода на шасси приемника.

В приемниках с питанием от батарей, прежде чем их подключать, проверяют пробником при вынутых лампах, нет ли короткого замыкания между проводами накала, между плюсовым проводом анодной цепи приемника и шасси и между плюсом анода и плюсом накала. Если замыканий нет, вводят полностью сопротивление реостата накала и включают батарею накала. При включении анодной батареи в громкоговорителе или телефоне должен быть слышен щелчок. Если щелчка не слышно, проверяют, подается ли анодное напряжение к приемнику, т. е. нет ли обрыва в шнуре, соединяющем батарею с приемником, и исправен ли предохранитель. Далее, надо проверить исправны ли сами батареи и дают ли они нормальное напряжение до подключения и при подключении их к приемнику.

Если между анодами или экранными сетками обнаружено короткое замыкание, надо проверить пробником исправность блокировочных конденсаторов.

Неисправность каскадов усиления низкой частоты. Включив питание приемника, проверив цепи питания и установив

регулятор громкости на наибольшую громкость, касаются пальцами гнезд звукоснимателя, а при отсутствии их — вывода сетки первой лампы усилителя низкой частоты. Если при этом возникает сильный фон или свист, то это свидетельствует о неисправности усилителя н. ч.

Оконечные каскады. В этих каскадах проверяют: 1) исправность звуковой катушки громкоговорителя; 2) исправность первичной обмотки выходного трансформатора; 3) наличие напряжений на электродах оконечной лампы; 4) исправность сопротивления смещения. Если оконечный каскад работает, но получаются сильные искажения, то возможны следующие неисправности: а) напряжение смещения на управляющей сетке отличается от нормального; б) наличие короткозамкнутых витков в выходном трансформаторе; в) наличие газа в лампе.

В двухтактных каскадах надо проверять каждое плечо в отдельности, так как искажения в двухтактных каскадах могут получаться из-за неравенства анодных токов ламп (одного типа) в разных плечах схемы. В этом случае следует подобрать лампы, одинаковые по анодному току.

Предварительные каскады н. ч. Если лампа в каскаде исправна, то проверяют ее режим. При нормальном режиме неисправности могут быть во входном трансформаторе, переходном конденсаторе (между предварительным и оконечным каскадами) и сопротивлении утечки сетки оконечной лампы, а также в корректирующей цепи (в регуляторе тембра). Если режим исправной лампы ненормален, то, очевидно, повреждена анодная или экранная цепь. Следует проверить также, нет ли короткого замыкания в цепи управляющей сетки лампы. Наиболее частыми повреждениями в питающих цепях являются обрыв в цепи сопротивления смещения, пробой блокировочного конденсатора анодной цепи, пробой или обрыв в цепи питания экранной сетки.

Входные цепи и каскады высокой частоты. Проверив питание и усилитель низкой частоты, пробуют осуществлять радиоприем. Если при приеме с антенной, присоединенной к антенному зажиму приемника, передача не слышна, подключают антенну к управляющей сетке лампы усилителя в. ч. через конденсатор небольшой емкости. При отсутствии приема и в этом случае подключают антенну через конденсатор к сетке преобразовательной лампы. Если приемник в этом случае работает, очевидно, повреждение произошло в каскаде усиления в. ч. или во входных контурах; если же

приемник при подключении антенны к сетке преобразователя не работает, значит имеется неисправность либо в гетеродине или смесителе, либо в каскадах усиления в. ч. Причинами их могут быть: неисправные лампы, обрывы в катушках контуров или катушках связи, плохие контакты переключателя и т. п. Надо учитывать, что даже небольшое загрязнение контакта может быть причиной неисправности приемника.

Сначала проверяют режимы питания каскадов в. ч. Если анодные токи и напряжения нормальны, то могут иметь место такие неисправности: замыкание или сильная утечка конденсатора одного из контуров, сильная расстройка контура (изменилась емкость или индуктивность). При небольших расстройках усилителя в. ч. приемник работает, но слабо. Если анодный ток отсутствует, а напряжение на аноде имеет нормальную величину, то может иметь место обрыв сопротивления смещения, неисправность в цепи АРУ или отсутствие напряжения на экранных сетках ламп. Если же нет ни анодного тока, ни анодного напряжения, то обрыв надо искать либо в анодной цепи, либо в катушке контура в. ч.

Для настройки расстроенных контуров применяют специальный прибор — генератор в. ч. При наличии некоторого опыта можно произвести настройку и без генератора. Для этого устанавливают ручку настройки приемника на прием какой-либо слабо слышимой станции и отверткой, сделанной целиком из изоляционного материала (не металлической), осторожно вращают винты подстроечных конденсаторов контуров и изменяют их емкость так, чтобы громкость принимаемой станции увеличилась. Такая настройка является неточной и может рекомендоваться лишь при отсутствии генератора или невозможности отправки приемника в мастерскую.

Преобразователь и усилитель промежуточной частоты. После устранения неисправности в усилителе в. ч. вновь проверяют работу приемника, подключая антенну к сетке преобразователя. Если приемник и в этом случае не работает, проверяют гетеродин. Неисправный гетеродин создает слабый шум в громкоговорителе, слышимый при установке регулятора громкости в крайнее правое положение. Чтобы убедиться в неисправности гетеродина, оставляют регулятор громкости в крайнем правом положении и замыкают и размыкают конденсатор (секцию блока) гетеродина. Если при этом в громкоговорителе не получается щелчка, значит гетеродин неисправен. Тогда проверяют напряжение на всех

электродах лампы. При нормальных напряжениях неисправность надо искать в катушках контура и обратной связи, в конденсаторах и переключателе или в лампе.

Цепи автоматического регулирования усиления и второго детектора. Иногда в результате самовозбуждения на в. ч. появляются при приеме свист и сильные искажения. Для отыскания неисправности проверяют на обрыв и короткое замыкание цепь АРУ, а также сопротивление, с которого подается напряжение смещения. Причиной неисправности могут быть также пробой или утечка конденсаторов фильтров, заземление провода цепи АРУ или неисправность диода АРУ.

Кроме вольтметра и миллиамперметра, для измерения напряжений и токов при отыскании повреждений в приемнике надо пользоваться омметром или для определения исправности цепей и деталей — пробником.

Неисправности в детекторном приемнике. При их отыскании прежде всего надо осмотреть и очистить контакты и ползунки, проверить отсутствие короткого замыкания в блокировочном конденсаторе, проверить, работает ли телефонная трубка (в исправной трубке при касании ее выводами полюсов гальванического или аккумуляторного элемента слышен щелчок), проверить, нет ли обрывов в соединительных проводах и катушках, и, наконец, если все оказывается исправным, сменить детектор.

Наиболее часто встречающиеся неисправности отдельных деталей приемников. Электролитические конденсаторы могут оказаться пробитыми. В таком случае при их испытании пробником обнаружится короткое замыкание или потеря емкости. При этом в приемнике слышен сильный фон переменного тока. Восстановить пробитый электролитический конденсатор (имеющий полное короткое замыкание) иногда удается, подключив его к 6—12-вольтовому аккумулятору. Металлическое соединение обкладок конденсатора, вызванное пробоем, при этом мгновенно сгорает и конденсатор полностью восстанавливается.

Бумажные конденсаторы также могут быть пробиты. Кроме того, они могут иметь плохие контакты с выводами (конденсаторы проверяют пробником).

Подстроечные конденсаторы могут замыкаться или изменять свою емкость. Наличие замыканий в конденсаторах проверяется пробником.

Переключатели диапазонов могут иметь плохие контакты в местах соединений.

Регуляторы громкости и тембра при неисправности могут вызывать трески при прослушивании передачи или при некоторых промежуточных положениях их ручек полностью прекращать работу приемника. В таких случаях надо сменить подковообразное сопротивление регулятора (дужку) или весь регулятор в целом.

Постоянные сопротивления иногда перегорают или изменяют свою величину. Это обнаруживается омметром.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОЙ РАДИОАППАРАТУРЫ

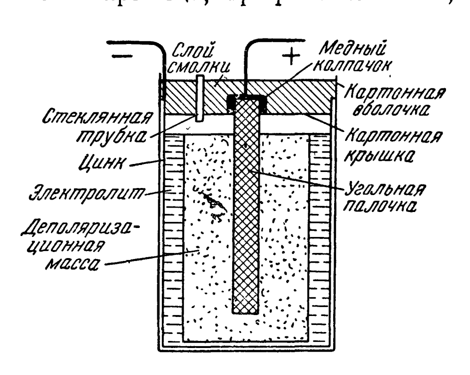
ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ, ИХ ВЫБОР И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Источниками электроэнергии для питания ламповых радиоприемников или радиотрансляционных узлов в неэлектрифицированных местностях могут быть гальванические элементы, аккумуляторы, термогенераторы или собственные электростанции.

Гальванический элемент представляет собой источник электрической энергии, которая получается в результате химических реакций, происходящих между активными материалами элемента при замыкании внешней цепи. Он состоит из двух электродов (пластин или стержней) и находящегося между ними электролита (раствор какой-либо щелочи, кислоты или соли). В электролит часто добавляют различные загустители, под действием которых он превращается в непроливающуюся массу. Элементы с таким электролитом называются «сухими».

В качестве положительного электрода обычно служат уголь или медь, которые при работе элемента не расходуются. Отрицательным электродом служит цинк, который в процессе действия элемента растворяется. Если электроды замкнуть на внешнюю цепь (например, на лампочку), то в этой цепи потечет электрический ток. Во время работы элемента его положительные электроды покрываются частицами водорода, что приводит к увеличению падения напряжения на элементе. Для уменьшения этого явления в элемент вводят различные вещества, называемые *деполяризаторами*.

Сухие элементы. Рассмотрим устройство сухого угольно-цинкового элемента, положительным электродом которого служит уголь, а отрицательным — цинк (фиг. 111). Цинковый полюс изготовляется в виде коробки (или стаканчика), которая одновременно служит и сосудом элемента. Для изоляции и защиты цинковый полюс снаружи покрывается изолирующим составом и помещается в картонный футляр или обклеивается бумагой. Угольный электрод с деполяризатором, состоящим из мелкоразмолотых перекиси марганца, графита и сажи, замешанных в растворе нашатыря, помещается внутрь цинковой коробки. Для изоляции деполяризатора от цинка под него подложена изолирующая подкладка, а по бокам между деполяризатором и цинком помещен сгущенный электролит. Электролит состоит из раствора нашатыря с примесью хлористого цинка, загущенного пшеничной или картофельной мукой. Поверх деполяризатора уложена пропарафинированная картонная прокладка, на которую насыпан слой гречневой лузги или опилок. Сверху находится вторая картонная прокладка. Элемент залит слоем смолки, в которую вставлена стеклянная трубка для выхода газов, образующихся в элементе во время работы. К верхней части цинка припаян или приварен провод, которым элемент подключается в цепь. На положительный электрод — уголь — сверху надевается металлический колпачок, к которому подпаян токоотводящий проводник. Электродвижущая сила сухого элемента равна 1,4—1,55 *в*.



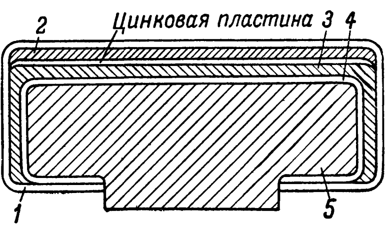
Фиг. 111. Сухой угольно-цинковый элемент.

Галетные элементы. Кроме «стаканчиковых» элементов, в которых цинковый полюс используется в качестве стаканчика, применяются галетные элементы. В галетном элементе (фиг. 112) отрицательным полюсом служит цинковая пластина, а положительным — деполяризатор в виде галеты, спрессованной из двуокиси марганца и графита. Между ними проложены картонная прокладка, пропитан-

ная электролитом, а также другая, бумажная прокладка для предохранения от попадания крошек деполяризатора на цинк. Все детали элемента затянуты в кольцо (пленку) из эластичного пластиката.

Галетные элементы обычно рассчитываются на небольшой ток (10—20 *ма*). Из них собирают анодные батареи.

Сухие элементы с марганцево-воздушной деполяризацией. Деполяризация, т. е. устранение водорода с положительного полюса, в таких элементах происходит одновременно под действием атмосферного воздуха и перекиси марганца. Благодаря этому элементы с марганцево-воздушной деполяризацией по сравнению с сухими элементами таких же размеров могут давать значительно больший ток.



Фиг. 112. Схематический разрез галетного элемента.

1 — пленка; *2* — цинковая пластина; *3* — картонная прокладка; *4* — бумажная прокладка; *5* — деполяризатор.

Такие элементы, обозначаемые буквами СМВД (сухой элемент марганцево-воздушной деполяризации), так же как и сухие, имеют загущенный электролит. Внешне конструкция элемента СМВД очень похожа на конструкцию обычного сухого элемента. Отличие заключается лишь в составе деполяризационной массы и наличии «дыхательных» отверстий для доступа атмосферного воздуха. Во время работы элемента СМВД пробка из отверстия должна быть вынута, иначе элемент «задохнется». При бездействии элемента отверстие должно быть закрыто пробкой, чтобы электролит не высыхал.

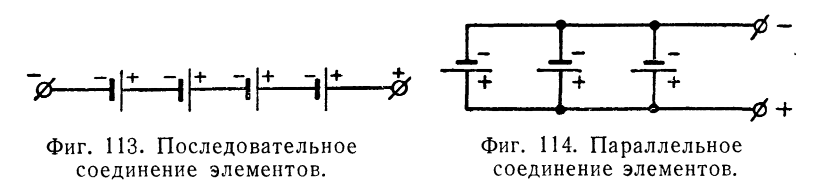
Элементы СМВД боятся перегрузки, поэтому нельзя отбирать от них больший ток, чем указано на этикетке.

Емкость элемента. Емкость всякого элемента определяется количеством электричества, вырабатываемого элементом при определенных токе и длительности разряда. Емкость выражается в амперчасах (*ач*) и представляет собой произведение величины разрядного тока в амперах на длительность работы в часах.

Емкость элемента зависит: 1) от величины того напряжения, до которого ведется разряд, т. е. конечного напряжения: чем это напряжение меньше, тем емкость больше; 2) от величины разрядного тока: чем меньше ток разряда, тем емкость больше; 3) от температуры, при которой ведет-

ся разряд: при повышенных температурах (в пределах комнатной температуры) емкость элементов и даже напряжение их несколько повышаются; вместе с этим повышается саморазряд, т. е. вредный внутренний разряд, ускоряется высыхание электролита и образование на электродах плохо проводящих солей; 4) от времени хранения и температуры: чем выше температура, при которой хранилась батарея, и дольше срок хранения, тем емкость меньше.

Емкость, которая указана на этикетке батареи или элемента, измеряется при вполне определенных указанных



Фиг. 113. Последовательное соединение элементов.

Фиг. 114. Параллельное соединение элементов.

выше условиях (основные из этих условий приведены в следующих ниже таблицах).

Соединение элементов в батареи. Напряжения одного элемента часто недостаточно для питания радиоприемника или радиотрансляционного узла. Поэтому для получения нужного напряжения несколько элементов соединяют последовательно (фиг. 113): плюс одного элемента соединяют с минусом второго, плюс второго — с минусом третьего и т. д.

Группа соединенных элементов называется батареей. Напряжение $U_б$ батареи, составленной из нескольких, например n, включенных последовательно элементов, равно сумме напряжений элементов, т. е. $U_б = U_1 + U_2 + \ldots + U_n$. Емкость такой батареи равна емкости одного элемента. Для последовательного включения применяют элементы с одинаковой емкостью.

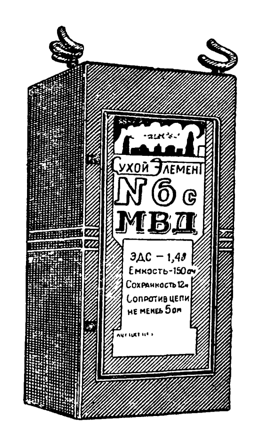
Соединять последовательно можно не только отдельные элементы, но и батареи.

Часто ток, который можно получить от одного элемента, недостаточен для питания аппаратуры. В этом случае применяют параллельное соединение элементов (фиг. 114): все плюсовые выводы присоединяют к одному общему проводу или зажиму, а все минусовые выводы — к другому общему проводу или к другому зажиму. При параллельном соединении также применяют одинаковые

элементы, т. е. элементы одного типа. Это делается во избежание разряда одних элементов на другие.

При параллельном соединении напряжение $U_б$ всей батареи равно напряжению U одного элемента, т. е.

$$U_б = U_1 = U_2 = \ldots = U_n.$$



Фиг. 115. Элемент типа 6СМВД.

Общий ток I, который можно получить от такой батареи, равен сумме токов, которые можно получить от каждого элемента, т. е.

$$I = I_1 + I_2 + \ldots + I_n.$$

Смешанное соединение применяют только в том случае, когда и напряжение одного элемента и ток, который от него можно получить, недостаточны. При смешанном соединении два (или больше) элементов включаются последовательно, а затем несколько таких групп соединяются параллельно. Напряжение батареи при таком соединении равно напряжению последовательно включенных элементов, а общий ток во столько раз больше тока одного элемента, сколько групп последовательно соединенных элементов включено параллельно.

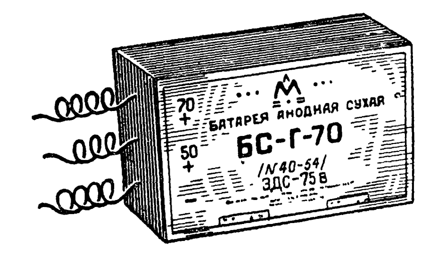
Основные данные гальванических элементов и батарей. Некоторые данные элементов приведены в табл. 1.

Для питания радиоаппаратуры широко применяются элементы 6СМВД (фиг. 115), из которых составляют батареи накала. Сохранность этих элементов со дня выпуска с завода 9 мес., емкость в конце срока хранения 110 *ач*, напряжение в конце разряда 0,9 *в*.

Таблица 1

Обозначение элемента	Размеры, *мм*		Начальное напряжение, *в*	Средняя начальная емкость, *ач*	Разрядный ток, *ма*	Вес, *кг*
	Основание	Высота				
1С	34×34	85	1,4	3,1	140	0,145
2С	42×42	102	1,42	6,5	140	0,3
3С-Л-30	57×57	132	1,44	30	140	0,7
4С	42×82	177	1,42	37	280	1,1
3СМВД	55×55	130	1,35	45	135	0,6
6СМВД	82×82	182	1,3	150	260	1,7

Тип батареи	Число элементов в батарее	Размеры батареи, *мм*			Вес, *кг*
		Длина	Ширина	Высота	
Анодные					
БАС-80-Х	60	218	138	73	3
БАС-80-Л	60	218	138	73	3
БАГС-80	60	218	138	73	3,35
БАС-60	40	174	112	50	1,2
БАГС-50	40	174	112	50	1,5
БСГ-70 (см. фиг. 116)	4×12	155	155	245	9
БСГ-60-С-8	43	165	165	210	8,5
Накальные					
БНС-МВД-500/400 (см. фиг. 117)	4	160	160	185	6,5
Комплект питания для приемника „Тула"	—	125	120	190	3,5



Фиг. 116. Анодная батарея БСГ-70.



Фиг. 117. Батарея МВД-500.

Для питания радиоприемников и маломощных радиотрансляционных узлов выпускаются анодные батареи, конструктивные данные которых указаны в табл. 2, а электрические — в табл. 3. Для питания анодных цепей аппаратуры маломощных радиоузлов батареи можно составлять из элементов 3С.

Комплекты гальванических батарей для приемников и радиотрансляционных узлов. Для питания радиоприемников и радиотрансляционных узлов можно рекомендовать комплекты батарей, указанные в табл. 4.

В табл. 4 показаны сроки службы свежих батарей. Чем дольше батареи хранились до установки, тем меньше их срок службы (см. табл. 3).

Таблица 3

Тип батареи	Напряжение, *в*		Средняя начальная емкость, *ач*	Срок хранения, мес.	Емкость после срока хранения, *ач*	Разрядный ток, *ма*
	начальное	конечное				
Анодные						
БАГС-80	102	60	2,1	15	—	14
БАС-80-Х	102	60	1,05	15	0,7	14
БАС-80-Л	92	60	0,85	15	—	14
БАС-60	68	40	0,5	10	0,3	14
БАГС-60	71	40	1,3	—	—	10
БСГ-60-С-8:						
анодная	59	30	8	12	5,6	12
сеточная	4,4	2	8	12	5,6	12
БС-70 (БСГ-70)	73	35	5	10	—	20
Накальные						
БНС-МВД-500	1,3	0,8	600	12	320	220
БНС-МВД-400	1,3	0,95	400	12	280	370
Комплект питания для приемника „Тула" . .						
анодная	68	40	1,3	12	0,95	5
накальная	2,7	1,5	30	12	24	60

По мере расходования батарей и снижения их напряжения к указанному в табл. 4 основному комплекту батарей надо подключать дополнительные запасные батареи, способ включения которых указан ниже.

Работающие и запасные элементы и батареи необходимо держать в сухом, но прохладном помещении и оберегать от пыли и загрязнения. Элементы и батареи нельзя замыкать накоротко, хотя бы кратковременно, т. е. проверять их исправность «на искру», — это приводит их в негодность.

Отработавшие элементы СМВД часто можно на некоторое время восстановить. Для этого надо в каждый элемент налить через дыхательное отверстие 20—30 *см*³ раствора нашатыря (15—20 *г* нашатыря в порошке на стакан воды) или в крайнем случае просто кипяченой остуженной воды. После заливки элемент надо оставить на сутки в покое, не включая на разряд.

Если напряжение батареи понизилось и она не дает требуемого для аппаратуры напряжения, ее не следует выбрасывать. Такая батарея разряжена не полностью, а лишь частично, и для ее более полного использования

Таблица 4

Тип аппаратуры	Тип батареи или элемента	Необходимое количество в комплекте (первоначально)	Срок службы при 3-часовой ежедневной работе (ориентировочно), мес.	Как соединять батареи или элементы (первоначально, без дополнительных запасных батарей)
Приемник „Искра"	БСГ-60-С-8 (для анодов и сетки)	2	12	Две батареи последовательно
	БНС-МВД-400 (для накала)	1	12—14	—
Приемник „Родина-52"	БСГ-70 (для анодов)	2	6—8	Две батареи последовательно
	БНС-МВД-500 (для накала)	2	12	Две батареи параллельно
Приемник типа „Тула" на пальчиковых лампах	Специальный комплект питания	—	3—4	—
Аппаратура КРУ-2 колхозного радиоузла	1-вариант БНС-МВД-500 (для накала)	2	10—14	Три параллельных ряда по две последовательно включенные батареи
	БСГ-60-С-8 (для анодов)	6	6—7	—
	2-й вариант БНС-МВД-500	2	10—14	Две батареи параллельно
	3С	159	11	Все элементы последовательно

можно поступать следующим образом. Если, например, напряжение 2-вольтовой батареи для приемника «Родина-47» станет меньше 1,8 *в* (такое напряжение может быть мало для накала ламп этого приемника), то один из ее элементов надо выключить, а на его место включить такой же новый элемент. Когда через некоторое время напряжение батареи вновь упадет ниже 1,8 *в*, к ней можно подключить последовательно выключенный ранее старый элемент. При дальнейшем снижении напряжения батареи (меньше 1,8 *в*) первые два элемента надо отключить, а к третьему, более

новому — добавить свежий элемент. Впоследствии выключается более старый элемент, а к остающемуся еще пригодному элементу опять добавляется новый элемент и т. д.

Для этой же цели можно рекомендовать и другой способ. Когда напряжение батареи впервые станет меньше 1,8 *в*, оба ее элемента соединяют параллельно, а последовательно с ними включают один такой же новый элемент. Когда напряжение этой комбинированной батареи упадет ниже допустимого, оба старых элемента выключают, а на их место присоединяют к оставшемуся, более свежему элементу новый элемент.

Если батарея накала составлена из нескольких параллельных групп, то указанные выше переключения элементов надо производить в каждой группе с таким расчетом, чтобы составные группы обладали одинаковым напряжением.

Напряжение у частично разряженных элементов сильно колеблется: при работе оно мало, а после хотя бы небольшого бездействия становится большим. Поэтому радиоаппаратуру, питающуюся от гальванических батарей, следует снабжать реостатом накала.

Для лучшего использования батарей и более правильной работы аппаратуры батареи следует включать вначале промежуточными токоотводами (если, конечно, их можно вывести от батареи). Затем по мере снижения напряжения следует вводить дополнительные элементы переключением на крайние токоотводы.

Батарея, не дающая напряжения, часто имеет внутренний обрыв или дефект в одном из элементов. Для отыскания повреждения один из полюсов (выводов) батареи соединяют с вольтметром, к другому зажиму которого присоединяют проводник с напаянной на его конце иголкой, которой осторожно, чтобы не повредить цинкового стаканчика, прокалывают дно батареи (картон) приблизительно в ее середине и определяют, в какой половине произошло повреждение. Затем, производя иголкой такую поочередную пробу других элементов, находят место повреждения. Сняв крышку, откалывают или выплавляют паяльником смолу и запаивают место обрыва или замыкают неисправный элемент перемычкой.

Выбор элементов и батарей. Чем больше мощность аппаратуры и, следовательно, ток, который она требует, тем бо́льшая емкость источника тока необходима.

Гальванические элементы можно применять для электропитания радиоприемников и радиотрансляционных узлов небольшой мощности (до 10 *вт*); электропитание от гальванических батарей радиотрансляционных узлов мощностью свыше 10 *вт* оказывается слишком дорогим. В этом случае, если нет местной электросети и нельзя применить ветроэлектрическую установку с аккумулятором, необходимо оборудовать собственную электростанцию с тепловым двигателем.

САМОДЕЛЬНЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Медно-цинковый элемент с диафрагмой. Несложным в изготовлении, дешевым и удобным в эксплуатации является медно-цинковый элемент с медным купоросом. Для изготовления такого элемента берут литровую стеклянную банку. Для предотвращения выползания кристаллов солей из банки внутреннюю ее поверхность на расстоянии 3—4 *см* от верхнего края обмазывают вазелином или салом. В качестве положительного электрода служит тонкая листовая медь, листовой свинец или даже свинцовая (но не оловянная или алюминиевая) фольга. Листовую фольгу укладывают и расправляют по внутренней стенке банки, а верхний ее край загибают на наружную сторону банки и покрывают им горло банки (фиг. 118). Ширина фольги должна быть такой, чтобы нижний ее край не доходил до дна банки на 5—6 *см*.

Загнутую по горлу банки фольгу (листовую медь или латунь) снаружи плотно обвязывают несколькими оборотами медной проволоки любого диаметра. Эта проволока будет служить токоотводом положительного электрода.

Для наблюдения за плотностью раствора медного купороса в фольге нужно оставить щель шириной около 1,5 *см*, идущую сверху вниз.

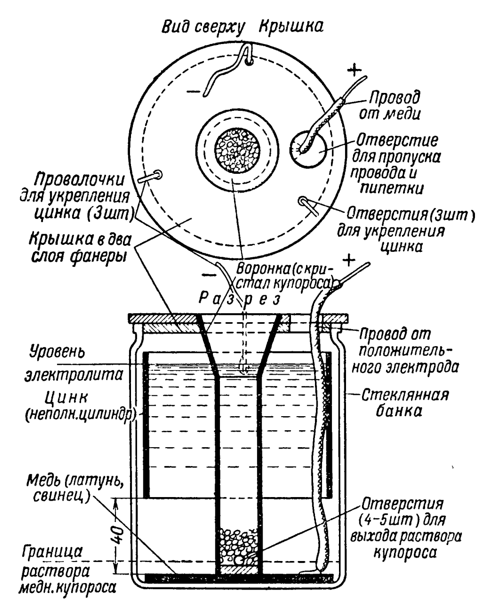
Положительный электрод можно сделать и из отдельных медных, латунных или свинцовых лент любой ширины. В этом случае ленты, повешенные на край банки и загнутые снаружи, соединяются витками медной проволоки и образуют один общий электрод.

Часть положительного электрода, которая находится вне электролита, должна быть смазана вазелином или салом так, чтобы смазанная часть электрода погружалась в электролит на 0,5 *см*.

Если вместо фольги применяется лист металла, то его можно подвесить на припаянных к нему проволочных

крючках или на крючках, вырезанных из этого же металла. Припаиваемый к листовому электроду в качестве токоотвода кусок проволоки у места припайки надо покрыть асфальтовым лаком или воском.

Для изготовления показанной на фиг. 118 диафрагмы берут картон толщиной 1—1,5 *мм* и склеивают из него на



Фиг. 118. Медно-цинковый элемент с диафрагмой.

болванке (например, на бутылке) цилиндр. Диаметр цилиндра должен быть таким, чтобы расстояние от наружных стенок диафрагмы до поверхности положительного электрода было не более 1 *см*. Высота цилиндра должна быть примерно такой же, как и высота положительного электрода (фиг. 118). Края цилиндра, заходящие друг на друга, срезают наискось и прошивают нитками. Затем цилиндр надевают на болванку и обертывают семью-восемью слоями пергаментной бумаги или 12—15 слоями газетной бумаги (восковку применять нельзя); бумагу предварительно вымачивают в растворе поваренной соли, так как если этого не сделать, то она долго не промокнет в электролите и элемент не будет работать. Бумагу наматывают плотно, чтобы между слоями не получалось воздушных пузырьков.

После этого цилиндр для прочности обертывают одним слоем любой материи и обшивают. Сняв цилиндр с болванки, в него вставляют дно из 3-миллиметровой фанеры или картона. Вверху к цилиндру прикрепляют тремя-четырьмя маленькими гвоздиками опорное кольцо, изготовленное из того же материала, что и дно. Вырез с края кольца служит для наливания воды в банку и вывода наружу ручки мешалки. Верхнюю сторону кольца и дна диафрагмы покрывают расплавленным воском или смесью воска с парафином. Это нужно для предохранения дна и кольца от размокания, а также скрепления их с цилиндром. Изготовленную так диафрагму опускают в банку; при этом она опирается кольцом на края банки.

Отрицательный электрод изготовляют в виде разомкнутого цинкового цилиндра и припаивают к верхнему его краю кусок медной проволоки. Место припайки также покрывают асфальтовым лаком или воском. Цилиндр должен свободно входить в диафрагму.

Мешалку делают из деревянного стержня, к которому прикрепляют деревянную планку. Мешалку пропитывают парафином или воском и вставляют в банку через вырез в опорном кольце.

Для приведения элемента в действие на дно банки надо насыпать медный купорос, а в диафрагму — налить полунасыщенный раствор поваренной соли и после этого через вырез в опорном кольце налить воду в банку до того же уровня, что и у раствора соли в диафрагме (фиг. 118). Если положительный электрод сделан из фольги, то мешалкой поднимают раствор медного купороса в рабочую часть элемента и замыкают накоротко его выводные концы на 2—3 часа. В результате на поверхности фольги отложится защитный слой меди, предохраняющий фольгу от разрушения.

Электродвижущая сила такого элемента 1 *в*. Для работы элемента в течение 1 мес. ежедневно по 4 часа при разрядном токе 200 *ма* потребуется 125 *г* медного купороса; при этом цинка израсходуется 40 *г*.

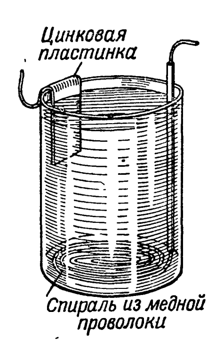
Уход за элементом очень прост. Если напряжение заметно упадет, то при помощи мешалки повышают плотность раствора медного купороса, что восстанавливает работоспособность элемента. Однако если это через некоторое время перестанет помогать, то, значит, загустел раствор в диафрагме. В таком случае его надо наполовину отлить и долить в диафрагму вместо него чистую воду. Раз в не-

делю надо очищать цинк от осадков. Когда раствор медного купороса полностью истощится, надо сменить оба раствора.

Указанный элемент можно изготовить и в меньшей банке (например, в полулитровой), но при этом соответственно меньше будет и максимальный разрядный ток.

При изготовлении элемента надо выдерживать соответствие между размерами отдельных его частей, как показано на фиг. 118. При изготовлении элементов в небольших банках и необходимости получения большого разрядного тока элементы включают параллельно.

Простейший медно-цинковый элемент. Для изготовления простейшего медно-цинкового элемента требуются стеклянная банка, медная и цинковая пластины, два куска проволоки, медный купорос и магнезиальная или глауберова соль.



Фиг. 119. Прсстейший медно-цинковый элемент.

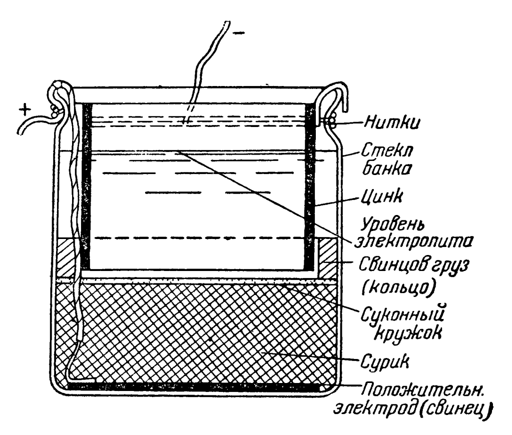
На дно банки кладут медную пластину с припаянным к ней куском медной изолированной проволоки. Вместо медной пластины можно применить свинцовую или же просто свернуть изолированную медную проволоку в спираль, предварительно сняв изоляцию с той части, которая свертывается в спираль, а изолированный конец вывести наверх банки. Внутри верхней половины банки подвешивают за ее края отрицательный электрод — цинковый цилиндр с разрезом. К краю цилиндра припаивают выводной проводник. От нижнего края цилиндра до положительного электрода должно быть не меньше 4—5 *см*.

Для приведения элемента в действие на положительный электрод насыпают 20—30 *г* кристаллов медного купороса и затем в банку наливают раствор, состоящий из 5 весовых частей магнезиальной или глауберовой соли и 95 весовых частей воды (можно применить 10-процентный раствор поваренной соли). Уровень раствора должен быть на 8—10 *мм* ниже верхнего края цинка.

Недостатками этого элемента являются большое внутреннее сопротивление, ограничивающее разрядный ток, и повышенный саморазряд. Благодаря простоте конструкции таких элементов можно без особого труда сделать из них анодную батарею. В этом случае в качестве сосудов можно применить пробирки или маленькие банки из-под лекарств.

Положительные электроды можно изготовить из спиралей медной проволоки, а отрицательные — из цинковых пластинок (фиг. 119).

Элемент с суриком. Положительными свойствами этого элемента являются простота конструкции, постоянство напряжения, большая емкость, большой разрядный ток, отсутствие саморазряда. Однако э. д. с. такого элемента со-



Фиг. 120. Элемент с суриком.

ставляет лишь 0,65 *в*. Поэтому приходится применять сравнительно большее число таких элементов.

Для изготовления элемента накала берут стеклянную банку емкостью 0,5—1 *л* и смазывают ее края вазелином. На дно банки кладут вырезанный из листового свинца положительный электрод (фиг. 120). Форма и размеры этого электрода должны соответствовать форме и размеру дна банки. К свинцовой пластине должна быть припаяна полоска свинца, используемая как токоотвод. Можно вырезать из листа электрод с выводной полоской или отлить пластинку с отводом. Наружную часть этой полоски загибают за край банки и привязывают нитками. На положительный электрод наносят свинцовый сурик (но не железный) слоем толщиной 3 *см*. Сурик надо предварительно смочить электролитом так, чтобы получилось густое тесто. В качестве электролита приготовляют раствор нашатыря, для чего на каждые 100 $см^3$ воды берут 25 *г* нашатыря. Для уменьшения образования кристаллов в электролит добавляют немного сахара (из расчета две столовые ложки на 1 *л* раствора).

После выравнивания сурика на поверхности положительного электрода путем легкого постукивания банки о стол на него накладывают вырезанный точно по размеру банки суконный, хорошо пропитанный электролитом кружок. Кружок должен плотно касаться банки по всей окружности. Чтобы кружок не всплывал, на него по краям накладывают груз в виде, например, свинцовой полоски толщиной 1,5—2 *мм* и шириной 1 *см*. Полоску надо хорошо обернуть изоляционной лентой или покрыть воском, варом и т. п.

В качестве отрицательного электрода служит неполный цилиндр, изогнутый из полосы цинка. К цилиндру припаивают кусок проволоки (токоотвод). Цилиндр при помощи припаянных к нему крючков подвешивают за края банки. Расстояние от нижнего края цилиндра до суконного кружка должно быть около 5 *мм*. Электролит в банку надо заливать осторожно.

При работе элемента по мере испарения электролита добавляют раствор нашатыря и очищают время от времени цинк от выделяющегося на нем губчатого свинца.

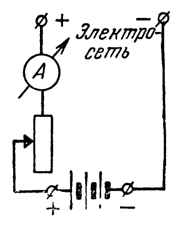
Из таких элементов может быть составлена анодная батарея. В таком случае следует использовать маленькие банки, а размеры всех частей элемента пропорционально уменьшить.

АККУМУЛЯТОРЫ

Аккумулятором называется прибор, способный принимать от постороннего источника тока электрическую энергию и затем отдавать ее обратно в течение определенного времени. Электрические аккумуляторы получили широкое распространение для питания радиоаппаратуры. Они бывают кислотными и щелочными.

Устройство и принцип действия кислотных аккумуляторов. Элемент кислотного аккумулятора состоит из наполненного электролитом сосуда, в котором находятся отделенные одна от другой положительные и отрицательные пластины. Отрицательные пластины кислотных аккумуляторов изготовляют из запрессованного в свинцовую решетку свинцового глета (окись свинца). Положительные пластины изготовляют из запрессованного в свинцовую решетку свинцового сурика. Сосуд изготовляется из электроизоляционного и кислотоупорного материала (стекло, эбонит, некоторые сорта пластмассы). В качестве электролита в кислотных

аккумуляторах применяется раствор аккумуляторной серной кислоты в дистиллированной воде. Плотность электролита (удельный вес) равна 1,17—1,18 у разряженных аккумуляторов, а у заряженных аккумуляторов она значительно выше и достигает примерно 1,24—1,25. Плотность электролита измеряют специальным прибором — *ареометром*, который представляет собой небольшую расширяющуюся книзу трубку. В нижней части ареометра насыпана дробь, а верхняя часть имеет деления, показывающие плотность. При опускании ареометра в электролит он погружается до того деления, которое соответствует плотности электролита.



Фиг. 121. Схема заряда аккумуляторной батареи.

Если пропустить через аккумулятор постоянный ток от постороннего источника (фиг. 121), то под действием тока изменится химический состав пластин. Пропускание постоянного тока из внешней цепи через аккумулятор, сопровождающееся переходом электрической энергии в химическую, называется з а р я д о м аккумулятора. Во время заряда аккумулятора химический состав положительных и отрицательных пластин изменяется; в результате между положительными и отрицательными пластинами создается разность потенциалов, которая остается и при отключении аккумулятора от цепи заряда. Напряжение каждого элемента кислотного аккумулятора к концу заряда равно 2,65 *в*.

Если положительную и отрицательную пластины заряженного аккумулятора замкнуть через сопротивление (т. е. на внешнюю нагрузку), то в этой цепи пойдет ток и аккумулятор начнет разряжаться. Процесс, при котором аккумулятор отдает электрическую энергию во внешнюю цепь, называется *разрядом аккумулятора*. У полностью разряженного аккумулятора химический состав пластин становится одинаковым, и поэтому разность потенциалов между пластинами отсутствует. Однако полностью разряжать аккумулятор не следует, так как это вызывает его преждевременную порчу.

Аккумулятор может при разряде отдать 65—75% энергии, затраченной на его заряд. Остальная часть энергии бесполезно затрачивается внутри аккумулятора (на саморазряд и т. п.).

При разряде напряжение вначале быстро снижается, приблизительно до 2 *в* на элемент, остается при этом зна-

чении относительно длительное время и к концу разряда вновь начинает быстро снижаться. Допускать разряд кислотных аккумуляторов ниже 1,8 *в* на элемент нельзя. Рабочее напряжение кислотного аккумулятора принято считать равным 2 *в* на элемент.

Емкостью аккумулятора определяется количество электричества, которое можно получить от заряженного аккумулятора, пока его напряжение не снизится до низшего допустимого предела. Емкость аккумуляторов измеряется в амперчасах и зависит от площади поверхности пластин.

Как и при гальванических элементах, можно применять последовательное, параллельное и смешанное включения групп элементов аккумуляторов, составляя аккумуляторную батарею необходимой емкости и напряжения.

Для питания радиоприемников и радиотрансляционных узлов применяются накальные аккумуляторы старых типов РНП, СТ и новых типов НС и НП, а также анодные аккумуляторные батареи старых типов РАЭ, РАС, РАДАН и нового типа АС. Электрические данные кислотных накальных батарей указаны в табл. 5.

Таблица 5

Тип батареи	Наибольший разрядный и зарядный ток, *а*	Емкость и ток при разной длительности разряда				Напряжение батареи в конце заряда, *в*	Наименьшее допустимое напряжение в конце разряда, *в*	Гарантированный заводом срок службы — число зарядов (с последующим разрядом)
		10-часовой разряд		50-часовой разряд				
		Ток, *а*	Емкость, *ач*	Ток, *а*	Емкость, *ач*			
РНП-60	6	6	60	1,5	75	2,6—2,8	1,8	200
2РНП-40	4	4	40	1	50	5,2—5,6	3,6	200
2РНП-60	6	6	60	1,5	75	5,2—5,6	3,6	200
2РНП-80	8	8	80	2	100	5,2—5,6	3,6	200
2НС-50	5	5	50	1,25	62,5	5,2—5,6	3,6	250
2НС-90	9	9	90	2,25	112,2	5,2—5,6	3,6	250
3НС-90	9	9	90	2,25	112,2	7,8 - 8,4	5,4	250
3НС-110	11	11	110	—	—	7,8—8,4	5,4	300
3НР-160	16	16	160	4	200	7,8—8,4	5,4	500
3СТП-126	12	12	126	—	—	7,8—8,4	5,4	—
3СТП-144	14	14	144	—	—	7,8—8,4	5,4	—
6СТ-128	13	11,2	112	—	—	15,6—16,8	10,8	—

Правила ухода за кислотными накальными батареями. Для приведения в действие аккумулятора каждый эле-

мент заполняют электролитом — раствором аккумуляторной серной кислоты с удельным весом (плотностью) 1,21. Для приготовления электролита на каждый литр воды берут 400 *г* (0,217 *л*, или 217 *см*^{3}) серной кислоты.

Применять для приготовления электролита техническую серную кислоту нельзя. Аккумуляторную кислоту разводят в дистиллированной воде, наливая кислоту в воду, а не наоборот, во избежание разбрызгивания кислоты, которая может вызвать ожоги тела и испортить одежду. При отсутствии дистиллированной воды можно применить воду, полученную из чистого снега, или дождевую воду, но собранную не с крыши из кровельной стали (железа). Электролит можно разводить только в свинцовой, эбонитовой, керамической (глиняной) или стеклянной посуде. Измерение удельного веса электролита осуществляют ареометром. Приготовленный для заливки электролит должен быть охлажден до температуры не выше 30° С.

Залитый электролитом аккумулятор можно включать на заряд не раньше, чем через 2—6 час. после его заливки. Зарядный ток указан в табл. 5. Первый заряд продолжается непрерывно 36 час., после чего делают перерыв на 3 часа и затем продолжают заряд тем же зарядным током еще 12 час. К этому времени у всех элементов батареи должны быть постоянное (не уменьшающееся) напряжение 2,65 *в* и удельный вес электролита 1,24. При меньшем удельном весе электролита или напряжении заряд продолжают далее. Если после продолжительного заряда удельный вес электролита остается ниже 1,24, то элементы батареи доливают кислотой плотностью 1,28, а если выше — дистиллированной водой, и продолжают заряд еще 30 мин. Уровень электролита должен оставаться все время выше верхнего края пластин на 10—15 *мм*.

Последующие заряды батарей ведут таким же током, как и при первом заряде, и продолжают до сильного газовыделения и установления постоянного напряжения около 2,65 *в*, что достигается обычно за 12 час.

Разряжать батареи током, бо̀льшим, чем указано для 10-часового разряда (табл. 5), не допускается. Для контроля за током заряда последовательно с батареей включают амперметр, а для регулировки тока заряда — реостат. Оставлять батареи в разряженном состоянии можно не более чем на сутки. Зарядку следует производить не реже раза в 2 мес., даже и в том случае, если батарея в течение этого времени не работала.

Во избежание появления плохо работающих элементов надо раз в каждые 4 мес. делать перезаряд. Для этого после нормального заряда проводят несколько зарядов с небольшими перерывами между ними током 20—25% наибольшего допустимого зарядного тока, пока не получится хорошее газообразование (кипение) во всех элементах немедленно после включения их на заряд.

При включении на заряд плюс аккумулятора должен быть соединен с плюсом зарядной цепи, а минус аккумулятора — с минусом зарядной цепи. При заряде батареи надо следить, чтобы напряжение зарядной цепи было не меньше напряжения, которое должна иметь батарея в конце заряда (табл. 5). После каждого заряда кислоту с элементом тщательно обтирают сначала влажной, а затем сухой тряпкой. Во время заряда аккумуляторов происходит обильное выделение взрывоопасных газов, поэтому открытый огонь в аккумуляторном помещении недопустим.

Особенности ухода за кислотными батареями ЗНС-110. Эти батареи заливают раствором химически чистой или аккумуляторной кислоты удельным весом 1,24 при 30° С (на 1 *л* воды берут 478 *г* кислоты). Первый заряд начинают через 6 час. после заливки электролитом. Уровень электролита должен быть на 15—20 *мм* выше верхних кромок пластин. Заряд начинают током 10 *а* до достижения напряжения (под током) 2,35—2,4 *в* на зажимах не менее чем у двух элементов, после чего ток уменьшают до 5 *а* и заряжают батарею до постоянства плотности электролита и напряжения в течение часа и обильного газовыделения.

Второй и все последующие заряды проводятся в две ступени: 4—5 час. током 20 *а*, а затем 6—7 час. — током 10 *а*. Переход с первой ступени на вторую производится после достижения не менее чем на двух элементах напряжения по 2,4 *в* на элемент.

В конце второго и последующих зарядов плотность электролита должна быть доведена до 1,28 (при 30° С) доливкой кислоты удельного веса 1,4, если плотность электролита меньше 1,28, или дистиллированной воды, если плотность электролита выше 1,28. В остальном к батареям ЗНС-110 относятся указания, приведенные для батарей типа РНП.

Кислотные аккумуляторы надо особенно оберегать от коротких замыканий. Надо периодически осматривать батареи и производить необходимый ремонт. В случае загрязнения электролита его надо заменить новым.

Кислотные аккумуляторы с разрушившимися положительными пластинами можно восстановить следующим образом: а) полностью разрядить аккумулятор и вылить из него электролит; б) разобрать аккумулятор, вынуть из него остатки изношенных положительных пластин, укомплектовать его двойным количеством сохранившихся отрицательных пластин из старых и разряженных аккумуляторов; в) собрать аккумулятор, установив отрицательные пластины взамен положительных и отрицательных; г) залить аккумулятор электролитом и произвести формовку (заряд и разряд) током 0,1 емкости аккумулятора в течение 90—120 час., причем первый заряд следует производить по возможности непрерывно в течение 60—90 час. В случае, если при формовке температура внутри аккумулятора станет выше 45° С, величину зарядного тока нужно уменьшить. Отремонтированный таким путем аккумулятор будет давать нормальное напряжение, иметь 60—80% первоначальной емкости и может служить еще 1—1,5 года.

Анодные кислотные аккумуляторы. Анодные аккумуляторные батареи могут быть старых типов РАЭ, РАС, РАДАН и нового типа АС. Батареи РАЭ собраны в отдельных блоках, устанавливаемых в деревянном ящике с крышкой. Батареи РАДАН и АС выпускаются в эбонитовых блоках или в деревянных ящиках, в которых установлены элементы, собранные в отдельных эбонитовых или пластмассовых бачках. Электрические данные анодных кислотных аккумуляторных батарей приведены в табл. 6.

Таблица 6

Тип батареи	Наибольший зарядный ток, *а*	Емкость и ток при различной длительности разряда						Напряжение батареи в конце заряда, *в*	Наименьшее допустимое напряжение в конце разряда, *в*	Гарантированный заводом срок службы — число зарядов (с последующим разрядом)
		10-часовой разряд		25-часовой разряд		125-часовой разряд				
		Ток, *а*	Емкость, *ач*	Ток, *а*	Емкость, *ач*	Ток, *а*	Емкость, *ач*			
40РАЭ-3	0,2	—	—	0,1	2,5	0,024	3	100—112	72	100
10РАДАН-5	0,4	—	—	0,16	4	0,04	5	25—28	18	100
10РАДАН-10	0,8	—	—	0,32	8	0,08	10	25—28	17,5	150
10АС-12	1	1	10	0,48	12	0,12	15	25—28	17,5	150
10АС-20	1,6	1,6	16	0,8	20	0,2	25	25—28	17,5	150

Правила ухода за анодными батареями ничем не отличаются от правил ухода за накальными батареями, за исключением того, что у первых первоначальный заряд длится не 36, а 48 час.

Устройство и принцип действия щелочных аккумуляторов. Каждый элемент щелочного аккумулятора (фиг. 122) состоит из сосуда, изготовленного из никелированной стали, внутри которого налит электролит и установлены электрически изолированные от сосуда положительные пластины из водной окиси никеля, запрессованной в рамку из никелированной стали, и отрицательные пластины из губчатого кадмия, также запрессованного в рамку из никелированной стали.

Фиг. 122. Щелочный аккумулятор.

У аккумуляторов типа АКН обе положительные пластины приварены длинными ребрами к стенкам сосуда. Через крышку сосуда проходит только минусовый вывод. Положительным полюсом служит сам сосуд, к которому приварена тонкая стальная контактная пластинка. В качестве электролита в щелочных аккумуляторах применяется раствор химически чистого едкого кали или едкого натра в дистиллированной воде. Под действием электрического тока при заряде в щелочных аккумуляторах электролит изменяет химический состав пластин. К концу заряда положительные пластины по своему химическому составу отличаются от отрицательных пластин и между пластинами создается разность потенциалов и щелочной аккумулятор, так же как и кислотный, может отдавать ток во внешнюю нагрузку.

Электрические данные щелочных аккумуляторов приведены в табл. 7.

Правила ухода за щелочными аккумуляторами. Щелочные аккумуляторы заливают раствором аккумуляторного (безводного) едкого кали (высший сорт или сорт А) в воде с удельным весом 1,19—1,21 (при температуре 15—20° С). Вода должна быть дистиллированной, дождевой или из чистого снега. К раствору добавляют 20 *г* моногидрата лития (литий едкий аккумуляторный) на 1 *л*, что значительно повышает срок службы аккумуляторов. Электролит приготовляют в стальном или стеклянном сосуде, опуская в воду стальными щипцами или рукой в резиновой перчатке кристаллы едкого кали. На 1 *л* воды надо брать 275—300 *г*

Таблица 7

Тип элемента или батареи	Номинальное напряжение, *в*	Нормальный 6-часовой заряд		Нормальный 8-часовой разряд		
		Зарядный ток, *а*	Наименьшее напряжение заряженной батареи, *в*	Ток разряда, *а*	Емкость, *ач*	Наименьшее напряжение в конце разряда, *в*
Накальные						
НКН-50	1,25	11,25	1,3	5,65	45	1
НКН-60	1,25	15	1,3	7,5	60	1
НКН-100	1,25	25	1,3	12,5	100	1
5НКН-45	6,25	11,25	6,5	5,65	45	5
5НКН-60	6,25	15	6,5	7,5	60	5
5НКН-100	6,25	25	6,5	12,5	100	5
Анодные						
АКН-2,25	1,25	0,56	1,3	0,28	2,25	1
НКН-10	1,25	2,5	1,3	1,25	10	1
НКН-22	1,25	5,5	1,3	2,75	22	1
32АКН-2,25	40	0,56	41,6	0,28	2,25	32
64АКН-2,25	80	0,56	83,2	0,28	2,25	64
4НКН-10	5	2,5	5,2	1,25	10	4
10НКН-22	12,5	5,5	13	2,75	22	10

едкого кали. При отсутствии едкого кали аккумуляторы можно заливать раствором безводного едкого натра с удельным весом 1,17—1,19 (на 1 *л* воды 180—200 *г* едкого натра) с добавкой моногидрата лития (10 *г* на 1 *л*). Едкий натр дешевле едкого кали, но применение его несколько снижает емкость аккумулятора.

Едкое кали и едкий натр на воздухе быстро портятся, поэтому они должны храниться в герметически закрытой стеклянной или стальной посуде. По этой же причине приготовленный раствор после его остывания до температуры 25° С надо немедленно заливать в аккумуляторы.

Уровень электролита в аккумуляторе должен быть на 5—12 *мм* выше пластин. Раствор электролита необходимо периодически заменять новым, промывая при этом аккумулятор. Срок смены электролита зависит от общего его количества в аккумуляторе, интенсивности эксплуатации и условий ухода. Обычно электролит приходится заменять через каждые 6 мес. или 100 заряд-разрядов, но не реже раза в год. Определять необходимость смены электролита лучше всего измерением отдаваемой аккумулятором емкости и проверкой чистоты электролита. При смене электро-

лита после промывки аккумуляторов водой их следует заливать электролитом более повышенной плотности (например, вместо раствора плотностью 1,19 берется раствор плотностью 1,22), чтобы через 3—6 час. после заливки установилась требуемая плотность электролита 1,19—1,21.

При заряде нормальным током напряжение следует поддерживать в пределах 1,58—1,6 *в* на каждом элементе, а в конце заряда — в пределах 1,78—1,85 *в*. Допускать разряд до напряжения менее 0,5 *в* на элемент не следует. Емкость щелочных аккумуляторов мало зависит от величины разрядного тока. Завод гарантирует срок службы щелочных аккумуляторов 750 заряд-разрядов при хорошем уходе за ними и добавлении в электролит 20 *г* моногидрата лития на 1 *л* раствора едкого кали и 10 *г* на 1 *л* раствора едкого натра.

Железо-никелевые аккумуляторы. Железо-никелевые аккумуляторы (ЖН) по размеру и весу мало отличаются от кадмиево-никелевых аккумуляторов той же емкости, а по электрическим данным они точно такие же. Промышленность изготовляет следующие железо-никелевые аккумуляторы: ЖН-22, ЖН-45, ЖН-60 и ЖН-100, из которых собирают также батареи, содержащие по 4, 5, 7, 10 и 17 банок.

При повышенной температуре (+40° С) заряженные железо-никелевые аккумуляторы уже за 6 суток теряют 50—60% емкости, а за 15 суток емкость теряется почти полностью. Поэтому при повышенных температурах железо-никелевые аккумуляторы непригодны для использования.

Для предохранения электролита от поглощения углекислоты из воздуха в каждый аккумулятор рекомендуется вливать вазелиновое масло, а при его отсутствии — керосин в количестве 5 *см*³ в аккумулятор ЖН-22, 8 *см*³ в аккумуляторы ЖН-45 и ЖН-60, 10 *см*³ — в аккумулятор ЖН-100.

Приготовление электролита и заряд железо-никелевых аккумуляторов производятся точно так же, как и для кадмиево-никелевых аккумуляторов.

Выбор аккумуляторов. Питание радиоприемников от аккумуляторов не может быть рекомендовано ввиду высокой стоимости аккумуляторных батарей, которая получается значительно выше стоимости самого приемника. Затраты на приобретение гальванических батарей оказываются намного меньше. Но, с другой стороны, аккумуляторные бата-

реи служат значительно дольше, чем гальванические, и поэтому при наличии поблизости источника электроэнергии для зарядки аккумуляторов их применение оказывается нередко удобным.

На радиотрансляционных узлах аккумуляторы применяются чаще всего вместе с зарядными агрегатами (с генератором постоянного тока, вращаемым своим двигателем), но они могут применяться и в качестве основных источников электроэнергии, при условии что их можно регулярно возить на заряд, например в районный центр. Аккумуляторы необходимы также при наличии ветроэлектрической установки для питания радиотрансляционного узла во время безветрия.

Щелочные аккумуляторы хотя и дороже кислотных, имеют ряд ценных свойств: они не боятся коротких замыканий и больших разрядных токов, обладают высокой механической прочностью и меньшим весом, не требуют такого тщательного ухода, как кислотные, имеют значительно больший срок службы, могут длительно находиться в разряженном состоянии. Поэтому при выборе типа аккумуляторов предпочтение следует отдавать щелочным аккумуляторам.

Приобретать аккумуляторы малой емкости невыгодно, так как их придется чаще заряжать. Однако приобретать аккумуляторы слишком большой емкости также нецелесообразно, так как в результате их саморазряда бесполезно пропадает много электроэнергии. В результате саморазряда аккумуляторы могут терять в течение месяца до 23% емкости.

Применение вибропреобразователей. Вибрационный преобразователь, или вибропреобразователь, — прибор, преобразующий постоянный ток низкого напряжения в постоянный ток повышенного напряжения. Таким прибором можно питать от накальной батареи анодные цепи радиоприемника или приемно-усилительной установки радиотрансляционного узла небольшой мощности.

Вибропреобразователь состоит из электромагнита с прерывателем (наподобие зуммера или электрического звонка), повышающего трансформатора и выпрямителя в цепи повышенного напряжения. Выпрямитель может быть механическим, ламповым, купроксным или селеновым. Первичная обмотка трансформатора подключается к батарее накала последовательно с прерывателем. Якорь прерывателя колеблется и при каждом колебании размыкает и замыкает

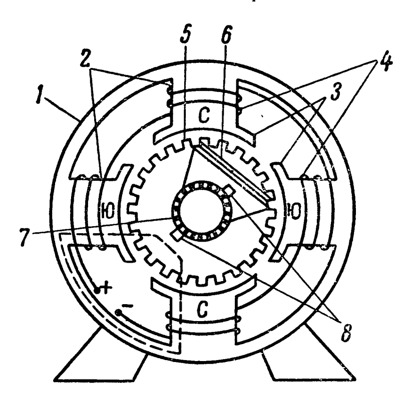
цепь первичной обмотки трансформатора. Через первичную обмотку проходит прерывистый ток, в результате чего во вторичной обмотке возникает переменное повышенное напряжение, которое подводится к выпрямителю. От выпрямителя получается постоянный пульсирующий ток, поступающий к фильтру. На выходе фильтра получается постоянное повышенное напряжение, используемое для питания анодных цепей приемника или усилительной установки. Часто отдельный выпрямитель отсутствует, а выпрямление осуществляется при помощи специальных контактов, замыкаемых якорем.

Анодные батареи являются наиболее дорогими, недолговечными и сложными в эксплуатации, поэтому замена их вибропреобразователями весьма целесообразна, тем более что стоимость их невысока. При такой замене необходимо заряжать и обслуживать лишь накальную батарею. Такой батареей может явиться автомобильная аккумуляторная батарея.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Электрическим генератором называется машина, которая преобразует механическую энергию в электрическую. Последнюю можно использовать либо для непосредственного питания радиоаппаратуры, либо для зарядки аккумуляторов, от которых питается аппаратура.

Для вращения генератора можно применить любой механический двигатель достаточной мощности — ветродвигатель, гидротурбину или водяное колесо, тепловой двигатель (бензиновый, дизель, паровой и др.).



Фиг. 123. Схема генератора постоянного тока.

Генераторы постоянного тока. Главными частями каждого генератора постоянного тока являются: неподвижная магнитная система (станина, статор) и вращающийся якорь (ротор), образующие общую магнитную цепь (фиг. 123). Станина *1* изготовляется из литой стали и имеет два или несколько полюсных наконечников *2* из ли-

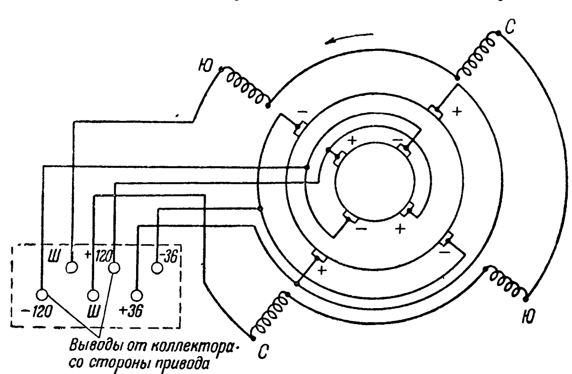
стовой динамной стали. Полюсные наконечники оканчиваются башмаками 3, охватывающими бóльшую часть якоря. На полюсных наконечниках размещены обмотки возбуждения 4, выполненные из изолированного медного обмоточного провода. На неподвижной станине машины укрепляются также подшипники и некоторые другие вспомогательные детали (щеткодержатели, зажимы и др.), не показанные на фигуре. Вращающийся якорь машины 5 делается также из листовой динамной стали и имеет на поверхности пазы, в которых размещена рабочая обмотка 6, выполненная из изолированного медного обмоточного провода (на фиг. 123 показана только одна секция рабочей обмотки). На якоре установлен коллектор 7 из медных пластин, изолированных между собой слюдяными прокладками. К пластинам коллектора подведены отводы от секций рабочей обмотки якоря. К коллектору прижимаются угольные или медные контакты 8, называемые щётками, укрепленные на станине машины. Якорь собирается на стальном валу, концы которого устанавливаются в подшипниках, укрепленных в станине машины. Один конец вала делается более длинным. Он используется для насадки шкива или муфты, предназначенных для вращения якоря генератора от двигателя.

Если через обмотку возбуждения 4 пропустить постоянный ток, то между полюсными наконечниками машины образуется магнитное поле. При вращении якоря провода рабочей обмотки 6 пересекают это магнитное поле, в результате чего в них индуктируется э. д. с. (появляется напряжение), которая снимается с коллектора щетками и подается на зажимы генератора. Концы секций обмоток припаяны к пластинам коллектора. Благодаря этому на одной из щеток получается плюс напряжения, а на другой — минус. Поэтому со щеток генератора можно снять ток одного направления, т. е. постоянный ток.

Между полюсными наконечниками всегда имеется слабое магнитное поле, обусловленное остаточным магнетизмом. Поэтому, даже в том случае, если в обмотку возбуждения не подается ток с машины, все же можно получить некоторую э. д. с., правда много меньшую, чем нормальная. Это свойство машины позволяет питать обмотки возбуждения током, снимаемым с рабочей обмотки того же генератора (работа с самовозбуждением). Небольшой ток, проходящий в обмотке возбуждения при пуске генератора, несколько увеличивает напряженность магнитного поля. Это в свою очередь вызывает повышение напряжения в ра-

бочей обмотке якоря и увеличение тока в обмотке возбуждения до нормального уровня. Напряжение, снимаемое с генератора, возрастает при увеличении напряженности магнитного поля, количества последовательно включенных витков, длины их активной части и числа оборотов якоря в минуту.

Регулировать напряжение, снимаемое с генератора, можно изменением напряженности магнитного поля (регулируя реостатом величину тока в цепи возбуждения) или



Фиг. 124. Схема двухколлекторного генератора постоянного тока ЗДН-2500.

числа оборотов якоря в минуту. Величина получаемого от генератора тока не должна превышать указанного в паспорте генератора, иначе рабочая обмотка будет перегреваться выше допустимых пределов и может сгореть изоляция ее проводов.

Для заряда аккумуляторов на радиотрансляционных узлах обычно применяют двухколлекторные генераторы постоянного тока. Такие генераторы отличаются тем, что имеют две изолированные одна от другой рабочие обмотки, концы которых подведены к двум коллекторам. С одного коллектора снимается напряжение для заряда анодных аккумуляторов, а с другого — пониженное напряжение для заряда накальных аккумуляторов. Схема типового двухколлекторного генератора типа ЗДН-2500, применяемого на 100-ваттных радиотрансляционных узлах, показана на фиг. 124.

Генераторы переменного тока. По своему устройству генераторы переменного тока делятся на два типа: а) генераторы с внешними полюсами (имеют рабочую обмотку на

вращающемся якоре и обмотки возбуждения на полюсах, укрепленных неподвижно к станине); б) генераторы с внутренними полюсами (имеют рабочую обмотку на статоре, неподвижно прикрепленном к станине, и полюса с обмотками возбуждения, укрепленные на вращающемся роторе). Оба указанных вида генераторов бывают как однофазными, так и многофазными (обычно трехфазными).

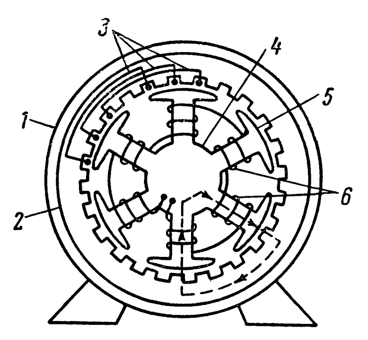
Генераторы переменного тока с внешними полюсами отличаются от генераторов постоянного тока только тем, что имеют для съема тока вместо коллектора два (у однофазных) или три (у трехфазных) медных контактных кольца, к которым подведены выводы от обмотки якоря и с которых угольными или медными щетками снимается переменный ток во внешнюю нагрузку.

Наличие коллектора у таких генераторов вообще не обязательно, однако обычно они все же имеют, кроме контактных колец, еще и коллектор, с которого снимается постоянный ток для питания цепи возбуждения. Если коллектора нет, то питание постоянным током цепи возбуждения осуществляется от постороннего возбудителя. Все остальное устройство (магнитная станина, полюсные наконечники, обмотки возбуждения, рабочая обмотка и др.) у генераторов переменного тока с внешними полюсами такое же, как и у генераторов постоянного тока.

Генераторы переменного тока с внешними полюсами по принципу действия отличаются от генераторов постоянного тока следующим. В генераторах постоянного тока благодаря наличию коллектора на щетки поступает ток от различных секций обмотки, причем каждая секция связана со щетками лишь очень короткий промежуток времени, когда ее обмотка находится в определенном положении по отношению к полюсам и дает ток только одного направления. В генераторах переменного тока с внешними полюсами благодаря наличию контактных колец на щетки поступает ток всегда от одних и тех же выводов секции обмотки, а так как каждая секция при вращении якоря пересекает магнитное поле поочередно у северного и южного полюсов, то в каждой секции ток меняет направление и, следовательно, на щетки поступает переменный ток.

Устройство генератора с внутренними полюсами показано на фиг. 125. К станине *1* из литой стали неподвижно прикреплен статор *2*, сделанный обычно из листовой динамной стали. В статоре имеются пазы, в которые укладываются одна (у однофазных генераторов) или несколько

(у многофазных генераторов) рабочих обмоток *3* из медного изолированного провода. Концы рабочих обмоток выводятся наружу к зажимам генератора (на фиг. 125 они не показаны), с которых снимается переменный ток на внешнюю нагрузку. Вращающийся ротор *4* имеет несколько полюсов *5* из листовой динамной стали, на которых размещены обмотки возбуждения *6*, концы которых подведены к медным контактным кольцам для подачи в обмотки возбуждения постоянного тока от постороннего возбудителя. Постоянный ток подводится к обмоткам возбуждения генератора прижимающимися к контактным кольцам угольными или медными щетками. Ротор смонтирован на стальном валу, концы которого установлены на подшипниках, укрепленных в станине генератора.



Фиг. 125. Схема генератора переменного тока с внутренними полюсами.

Генераторы с внутренними полюсами комплектуются возбудителями, которые представляют собой небольшой дополнительный генератор постоянного тока, связанный с основным генератором ременной передачей или смонтированный с ним на одном валу.

В генераторах переменного тока с внутренними полюсами при подаче постоянного тока в укрепленные на полюсах ротора обмотки возбуждения *6* создается постоянное магнитное поле, проходящее через статор *2*. При вращении ротора *4* в статоре *2* создается переменное магнитное поле, магнитные силовые линии которого пересекают витки рабочей обмотки *3*, и вследствие этого в рабочей обмотке индуктируется переменная э. д. с. (появляется напряжение). Полученное в рабочей обмотке напряжение переменного тока поступает к зажимам, откуда оно подается на внешнюю цепь.

На радиотрансляционных узлах применяются генераторы как с внешними, так и с внутренними полюсами. В последнее время стали применять генераторы с полюсами из магнитных сплавов без обмотки возбуждения.

Напряжение, получаемое от генератора переменного тока, зависит от тех же данных, что и у генераторов постоян-

ного тока. Частота получаемого переменного тока зависит от числа пар полюсов и числа оборотов ротора и может быть определена по формуле

$$f = \frac{pn}{60},$$

где f — частота тока, *гц*; p — число пар магнитных полюсов; n — число оборотов ротора в минуту.

В связи с тем, что частота тока генератора зависит от числа оборотов ротора, а приемно-усилительная аппаратура узлов рассчитана на питание током определенной частоты (50 *гц*), необходимо у генераторов переменного тока, работающих на электростанциях радиотрансляционных узлов, поддерживать постоянное число оборотов ротора. Нельзя регулировать напряжение изменением числа оборотов, как это можно делать у генераторов постоянного тока. Снимаемое с генераторов переменного тока напряжение следует регулировать изменением величины тока в цепи возбуждения (при помощи реостата, включенного в цепь возбуждения).

ВЕТРОЭЛЕКТРОАГРЕГАТЫ

В нашей стране энергия ветра с успехом используется для питания радиотрансляционных узлов и приемников. В настоящее время от ветроэлектроагрегатов получают электропитание тысячи колхозных радиотрансляционных узлов и много радиоприемников. При среднегодовой скорости ветра 3,5 *м/сек* и выше, которая встречается примерно на 70% территории СССР, вполне обеспечивается нормальная работа маломощного узла с аппаратурой КРУ-2, а при скорости 4 *м/сек* и выше — с аппаратурой КРУ-10 (см. ниже).

Возможности электропитания радиоприемников от ветроэлектроагрегатов еще более благоприятны, так как радиоприемники потребляют значительно меньшую мощность, чем радиоузлы.

Ветроэлектрическая установка содержит ветродвигатель, генератор электрического тока и некоторые вспомогательные приборы.

Ветродвигатели бывают различных типов. Наиболее распространенные типы ветродвигателей имеют металлическую или деревянную башню с подвижной вершиной, на которой с одной стороны укреплено на горизонтальном валу ветровое колесо, а с другой — хвостовое оперение

ветродвигателя. Ветровое колесо может быть многолопастным и пропеллерным (двух-, трехлопастным). Пропеллерное ветровое колесо по виду напоминает пропеллер самолета и имеет большой размер (диаметр ветрового колеса 1,5—12 *м*). Многолопастное ветровое колесо имеет несколько направленных от окружности к центру лопастей, расположенных под углом по отношению к плоскости колеса.

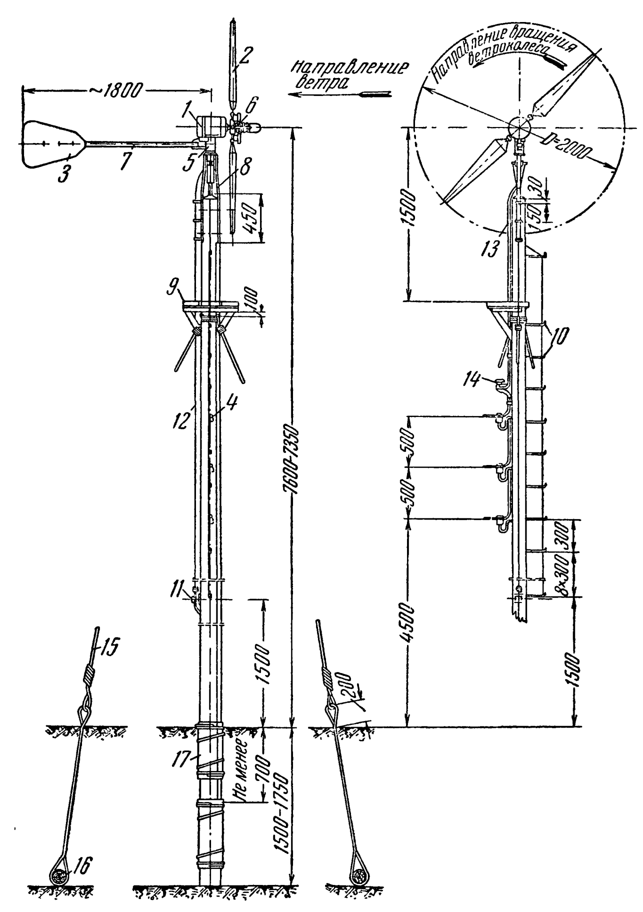
Хвостовое оперение представляет собой плоский щит, расположенный вертикально и жестко прикрепленный на рычаге к вершине башни ветродвигателя. Ветер, действуя на хвостовое оперение ветродвигателя, поворачивает вершину башни в такое положение, при котором хвостовое оперение располагается по направлению ветра. При этом лобовая поверхность ветрового колеса оказывается перпендикулярной направлению ветра. Каждая лопасть ветрового колеса расположена под углом к направлению ветра, поэтому последний давит на лопасти и заставляет вращаться ветровое колесо и вал, на котором оно укреплено.

Мощность ветродвигателя зависит от диаметра ветрового колеса, формы его лопастей и скорости ветра. В маломощных ветроэлектроагрегатах генератор обычно устанавливают на одном валу с ветровым колесом. Генератор электрического тока можно также укреплять на поворотной башне, связывая его зубчатой передачей с валом, или же внизу под башней. В этом случае механическая энергия ветрового колеса передается по вертикальному промежуточному валу, связанному в верхней части с валом ветрового колеса, конической зубчатой передаче.

Во всех местностях бывают дни и часы затишья ветра, т. е. время, когда он либо отсутствует, либо его скорость недостаточна для вращения ветродвигателя. Поэтому питание аппаратуры непосредственно от генератора ветроагрегата нецелесообразно, так как в таком случае слушание радиопередач при ослаблении ветра приходилось бы прекращать. Вследствие этого вместе с ветроэлектроагрегатом приходится использовать аккумулятор. При наличии ветра радиоаппаратура питается от вращаемого ветродвигателем электрического генератора. Одновременно с этим генератор заряжает аккумулятор. Во время безветрия или при слабом ветре, когда ветродвигатель не работает, радиоаппаратура питается от аккумулятора. Дни безветрия могут длиться в зависимости от географического положения данного места 2—8 дней подряд. Поэтому аккумулятор должен быть

рассчитан на ежедневную работу без зарядки в течение 8 дней, т. е. порядка 84 час. (считая, что узел работает по 10,5 часа ежедневно).

Ветроэлектроагрегат ВЭ-2. Наша промышленность выпускает в больших количествах специально для электро-



Фиг. 126. Ветроэлектроагрегат ВЭ-2.

питания колхозных радиоузлов небольшие ветроэлектроагрегаты типа ВЭ-2. Ветроэлектроагрегат ВЭ-2 весьма прост и представляет собой закрытый генератор *1*, приводимый во вращение ветроколесом *2*, хвост *3*, столб (мачту) *4* и систему крепления генератора на столбе (фиг. 126).

Генератор с винтом может поворачиваться в любом направлении в горизонтальной плоскости, причем винт устанавливается против ветра при помощи хвостового оперения.

Генератор ветроэлектроагрегата ВЭ-2 не имеет трущихся электрических контактов, что делает его весьма устойчивым в работе. Это достигнуто тем, что его обмотка расположена на статоре, а вращающийся ротор имеет постоянные магниты, сделанные из алюминий-никелевого сплава, создающего сильное магнитное поле. Корпус генератора, сделанный из чугуна, укреплен на втулке *5*, свободно вращающейся на стержне во все стороны. Это позволяет генератору, а вместе с ним и ветроколесу устанавливаться в нужном направлении. Диаметр ротора 94 *мм*, длина 108 *мм*. Обмотка статора трехфазная. Концы и начала обмоток выведены на специальную панель, закрытую задней крышкой корпуса генератора. Панель имеет контакты в виде гаек, под которые зажимаются как обмоточные провода, так и концы кабеля, соединяющего генератор с аппаратурой узла, размещенной в помещении станции узла.

Ротор генератора, имеющий восемь полюсов, укреплен на оси, вращающейся в шарикоподшипниках. Это снижает трение и дает возможность ветроколесу трогаться с места при небольшой скорости ветра. Для смазки подшипников служат масленки. Ток генератора выпрямляется селеновым выпрямителем, установленным в аппаратуре КРУ-2 и КРУ-10.

При повышении числа оборотов воздушного винта увеличение напряжения генератора компенсируется повышенным падением напряжения на внутреннем сопротивлении генератора за счет увеличения тока заряда аккумулятора.

На общей оси с ротором генератора укреплено ветроколесо *2*, состоящее из двух лопастей. Лопасти выполнены из листовой стали и укреплены на оси при помощи специального механизма *6* под определенным углом по отношению к направлению ветра (угол поворота лопастей по отношению к плоскости вращения ветроколеса должен быть равен 11°). Этот механизм представляет собой центробежный регулятор, при помощи которого лопасти изменяют угол расположения по отношению к направлению ветра, когда скорость вращения колеса превышает 600 об/мин. При изменении расположения лопастей по отношению к направлению ветра скорость вращения ветроколеса уменьшается, благодаря чему лопасти вновь изменяют угол расположения в обратную сторону. Таким образом, благодаря

наличию центробежного регулятора каждый раз при изменении скорости ветра изменяется угол расположения лопастей по отношению к направлению ветра. В результате этого скорость вращения ветроколеса поддерживается в пределах 600—800 об/мин при скоростях ветра более 7,5 *м/сек*.

Хвост *3* укреплен на деревянном бруске *7* и устанавливается всегда вдоль направления ветра, благодаря чему генератор, свободно вращающийся на втулке *5*, устанавливает ветроколесо в наиболее выгодное положение по отношению к направлению ветра. Для крепления генератора с ветроколесом на столбе служат кронштейны *8* из угловой стали, которые укрепляются на столбе двумя сквозными болтами. Площадка *9* устанавливается для удобства осмотра и ремонта агрегата. Для влезания на столб служат ступеньки *10*, вбиваемые в столб.

При необходимости остановить ветроколесо пользуются рычагом *11*, который связан с тормозом генератора стальной оцинкованной проволокой *12* диаметром 2 *мм*. При натяжении этой проволоки при помощи рычага *11* действует тормоз генератора. Этот тормоз устроен по принципу велосипедного, т. е. имеет разжимающиеся металлические секторы, которые при натяжении проволоки *12* давят на внутреннюю поверхность вращающейся втулки генератора и тем самым тормозят вращение ротора, а следовательно, и ветроколеса.

К генератору подводится трехжильный кабель *13*. Он заводится в контактную (клеммную) переходную коробку *14*. В этой коробке производится соединение концов кабеля с концами трех воздушных проводов, укрепляемых на столбе при помощи изоляторов и крюков. Ввод этих проводов в здание станции узла делается так же, как и вывод линейных проводов со станции узла (см. стр. 321).

Столб ветроагрегата укрепляется тремя оттяжками *15*, которые удерживаются закопанными в землю деревянными брусами *16*. Для предохранения нижней части столба от загнивания его пропитывают при помощи бандажей *17*. Корпус генератора для предохранения от грозы заземляют стальным проводом диаметром не менее 4—5 *мм*, верхний конец которого зажимают под головку нижнего болта генератора, а нижний укладывают в землю на глубину не менее 0,7 *м*.

Краткая характеристика ветроэлектроагрегата ВЭ-2. Ветроколесо начинает вращаться при скорости ветра от

4—4,5 *м/сек*. Число оборотов ветроколеса, а следовательно, и генератора при скорости ветра 4,5 *м/сек* равно 350 об/мин. По мере увеличения скорости ветра до 7,5—8 *м/сек* число оборотов быстро увеличивается примерно до 600 об/мин, а затем в результате действия центробежного регулятора скорость вращения поддерживается в пределах 600—800 об/мин, несмотря на увеличение скорости ветра до 25 *м/сек*, что бывает при урагане. Вращение ветроколеса поддерживается при скорости ветра примерно до 2 *м/сек*; при снижении скорости ветра ниже этой величины ветроколесо останавливается и может снова начать вращаться, когда скорость ветра повысится до 4—4,5 *м/сек*. При скорости ветра 4 *м/сек* ветроэлектроагрегат развивает мощность (после выпрямителя аппаратуры колхозного узла), равную 8—10 *вт* при напряжении (также после выпрямителя) постоянного тока 12,5—13 *в* и скорости вращения ветроколеса около 300 об/мин.

Энергия, выработанная ветроагрегатом ВЭ-2 в течение года, оказывается достаточной для питания аппаратуры радиоузла КРУ-2 при среднегодовой скорости ветра 2,6 *м/сек* (даже с запасом 30%). Однако радиоаппаратура должна работать в течение года равномерно, в году же есть месяцы, когда ветер дует с большей скоростью, и месяцы, когда скорость ветра бывает наименьшей.

Вследствие этого в месяцы с большой скоростью ветра энергии окажется больше, чем требуется, а в месяцы затишья (обычно это июль и август) энергии окажется недостаточно для ежедневной работы аппаратуры КРУ-2 по 10,5 часа. В этом случае пришлось бы сокращать число часов ежедневных передач.

Краткие указания по уходу за ветроагрегатом ВЭ-2. Тормоз должен быть так отрегулирован, чтобы он надежно удерживал ветроколесо от вращения. Если к концу лопасти подвесить груз 1,8—2 *кг* и ветроколесо не повернется, значит тормоз исправен. Если ветроколесо повертывается при отпущенном тормозе слишком туго, то оно начинает вращаться только при большой скорости ветра. В таком случае следует проверить регулировку тормозов. Для того чтобы проверить, хорошо ли отрегулирован механизм, к лопасти на расстоянии 10 *см* от оси прикладывают силу (груз) 150—200 *г*. Под действием такой силы ветроколесо должно начать вращаться.

Ветроколесо с генератором должно свободно поворачиваться при изменении направления ветра. Для проверки,

легко ли поворачивается генератор в горизонтальной плоскости, прикладывают силу к хвосту. Поворот должен происходить при давлении на конец хвоста с силой 80—120 *г*. Все гайки и болты должны быть плотно завинчены.

Во избежание преждевременной порчи оборудования необходимо следить за своевременной окраской частей ветроэлектростанции. Все требующие смазки места должны быть смазаны летом густой, а зимой — более жидкой смазкой.

При эксплуатации ветроэлектроагрегата необходимо следить, чтобы не происходило сильного закручивания кабеля.

Собрать простую ветроэлектрическую установку можно и своими силами из оборудования и материалов, которые нередко легко найти на месте. Самодельная ветроэлектрическая установка для питания радиоприемника может обойтись дешевле самого приемника, и эта стоимость быстро окупится, так как потом не потребуется приобретать батареи. Если мощность генератора взять с запасом, то такую ветроэлектрическую установку можно использовать и для освещения.

Описание устройства самодельной ветроэлектрической установки помещено в № 7 и 9 журнала «Радио» за 1947 г. (статья Б. Б. Кажинского), а также в брошюре Е. М. Фатеева «Как сделать самому ветроэлектрический агрегат» (Госэнергоиздат, 1949). В зависимости от имеющегося на месте оборудования и необходимой мощности для питания радиоаппаратуры может быть изготовлена ветроэлектрическая установка и любой другой конструкции.

ЭЛЕКТРОПИТАЮЩИЕ УСТАНОВКИ С ТЕПЛОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

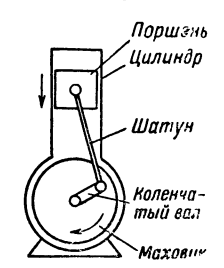
При строительстве радиотрансляционного узла в крупном населенном пункте необходима установка мощной усилительной аппаратуры. В таких случаях при отсутствии электросети на радиотрансляционном узле оборудуют собственную небольшую электростанцию, обычно с двигателем внутреннего сгорания.

Электростанцию монтируют в отдельном помещении. В комплект ее оборудования входят: двигатель (как правило, бензиновый, нефтяной или дизель), генератор электрического тока, щит для управления электрическим током и вспомогательные устройства.

Типы двигателей и генераторов выбирают в зависимости от типа аппаратуры радиотрансляционного узла. Для пи-

тания аппаратуры, рассчитанной на питание постоянным током, применяют генератор постоянного тока, который заряжает аккумуляторы. После заряда аккумуляторы подключаются к аппаратуре и питают ее, разряженные аккумуляторы вновь заряжают от генератора и т. д. При такой системе двигатель работает лишь во время заряда аккумуляторов.

Аппаратуру мощных узлов, рассчитанную на питание переменным током, подключают непосредственно к генератору переменного тока, вращаемому двигателем внутреннего сгорания. При этом двигатель работает все время действия радиотрансляционного узла.



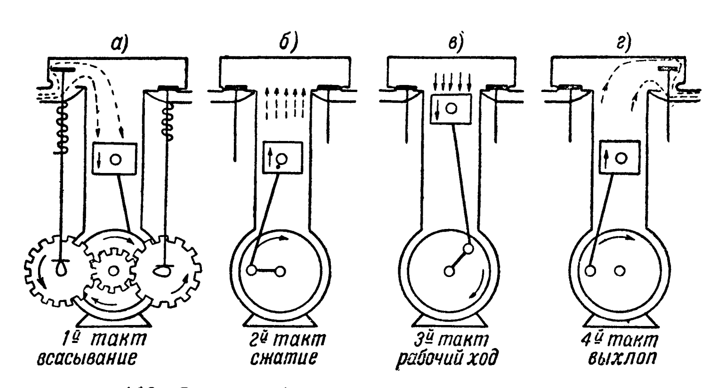
Фиг. 127. Схема двигателя внутреннего сгорания.

Двигатели внутреннего сгорания. Двигателем внутреннего сгорания называется поршневой тепловой двигатель, в рабочем цилиндре которого происходит сгорание топлива. Как и всякий тепловой двигатель, двигатель внутреннего сгорания является машиной, преобразующей тепловую энергию, получающуюся при сгорании топлива, в механическую.

Каждый двигатель внутреннего сгорания имеет герметически закрытый рабочий цилиндр и шатунно-кривошипный механизм, состоящий из находящегося внутри цилиндра поршня, соединенного шатуном с коленчатым валом (фиг. 127). Шатунно-кривошипный механизм служит для преобразования прямолинейного поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала (или наоборот). Жидкое или газообразное топливо вводится в цилиндр двигателя внутреннего сгорания, смешивается с воздухом и сгорает в цилиндре. При сгорании топлива температура газов в цилиндре резко повышается и газы стремятся расшириться. Однако герметически закрытый цилиндр препятствует расширению газов, и вследствие этого в цилиндре повышается давление. Газы давят на поршень, заставляют его двигаться к коленчатому валу и этим поворачивать коленчатый вал, который, вращаясь, приводит во вращение электрический генератор. Ход поршня в одном направлении из одного крайнего положения в другое называется тактом. На каждый полный оборот коленчатого вала приходятся два такта, так как в течение полного оборота коленчатого вала поршень 2 раза пройдет из одного

крайнего положения в другое (т. е., например, из верхнего положения в нижнее и из нижнего обратно в верхнее).

Четырехтактным двигателем называется двигатель, у которого полный рабочий цикл происходит в течение четырех тактов, или за два оборота коленчатого вала. Каждый четырехтактный двигатель имеет на цилиндре два клапана, открывающихся и закрывающихся в определенные моменты при помощи распределительного механизма. Один клапан — всасывающий — служит для всасывания в цилиндр двигателя свежей рабочей смеси (или воздуха). Другой клапан — выхлопной — для выпуска отработанных газов из цилиндра в выхлопную трубу.



Фиг. 128. Схема работы четырехтактного двигателя.

Порядок работы четырехтактного двигателя следующий. Первый такт — всасывание (фиг. 128,*а*): всасывающий клапан открыт, выхлопной закрыт, поршень идет в направлении к коленчатому валу, в цилиндре получается разрежение, и через открытый клапан в цилиндр всасывается свежая рабочая смесь.

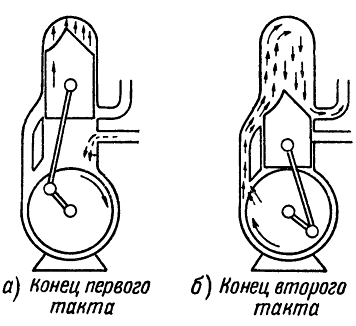
Второй такт — сжатие (фиг. 128,*б*): оба клапана закрыты, поршень идет в направлении от коленчатого вала и производит сжатие рабочей смеси в цилиндре.

Третий такт — рабочий ход (фиг. 128,*в*). Оба клапана закрыты, в цилиндре воспламенилась рабочая смесь, которая при сгорании расширяется и давит на стенки цилиндра и поршень; под давлением газов поршень идет в направлении к коленчатому валу, производя работу (отдавая коленчатому валу мощность).

Четвертый такт — выхлоп (фиг. 128,*г*): всасывающий клапан закрыт, выхлопной открыт, поршень идет по на-

правлению от коленчатого вала и выталкивает отработанные газы из цилиндра через открытый клапан в выхлопную трубу. После выхлопа один рабочий цикл заканчивается и начинается следующий, протекающий в том же порядке.

В четырехтактном двигателе на каждые четыре такта приходится только один рабочий ход, при котором на валу получается мощность, а в течение остальных трех тактов (всасывание, сжатие и выхлоп) двигатель сам потребляет некоторую мощность. Чтобы двигатель продолжал работать и во время этих трех тактов, на коленчатом валу укреплен тяжелый маховик, который, получив энергию во время рабочего хода, продолжает вращаться по инерции до следующего рабочего хода.



Фиг. 129. Схема работы двухтактного двигателя.

Двухтактным двигателем называется двигатель, у которого полный рабочий цикл происходит в течение двух тактов, или за один оборот коленчатого вала. Двухтактные двигатели всасывающих и выхлопных клапанов, как правило, не имеют. В рабочем процессе двухтактного двигателя участвует не только цилиндр, но и картер двигателя (пространство, в котором расположен коленчатый вал). Поэтому у двухтактного двигателя герметичность должен иметь не только цилиндр, но и картер. Порядок работы двухтактного двигателя следующий.

Первый такт (фиг. 129,*а*): поршень идет в направлении от коленчатого вала, в цилиндре происходит сжатие, а в картере — разрежение; в конце хода поршень открывает всасывающее окно (или под действием разрежения в картере автоматически открывается всасывающий клапан), и в картере происходит всасывание свежей рабочей смеси (или воздуха).

Второй такт (фиг. 129,*б*): в цилиндре воспламенилась рабочая смесь; образующиеся при сгорании смеси газы расширяются, давят на стенки цилиндра и поршень; под давлением газов поршень идет в направлении к коленчатому валу и при помощи шатуна вращает его; в картере в

это время происходит сжатие; в конце хода поршень открывает выхлопное и перепускное окна: через выхлопное окно отработанные газы выходят из цилиндра в выхлопную трубу, а через перепускное окно цилиндр заполняется сжатой в картере свежей рабочей смесью (или воздухом), которая выталкивает из цилиндра в выхлопное окно остатки отработанных газов. На этом заканчивается один рабочий цикл и начинается следующий. На коленчатом валу двухтактного двигателя также насажен маховик.

На радиотрансляционных узлах получили распространение бензиновые двигатели (работающие на бензине), дизели (работающие на сравнительно дешевом дизельном топливе или соляровом масле) и нефтяные двигатели (работающие на нефти). Дизели несколько тяжелее по конструкции и дороже, но экономичнее бензиновых двигателей, работают более устойчиво и надежно. Нефтяные двигатели отличаются простотой конструкции и большим сроком службы.

У бензиновых двигателей воспламенение горючей смеси (смесь бензина с воздухом) производится специальными запальными свечами. К свече, ввернутой в верхнюю часть цилиндра, в момент сжатия подводится особой электрической системой зажигания высокое напряжение, в результате чего в свече проскакивает искра, которая воспламеняет горючую (рабочую) смесь. У дизелей давление и температура в цилиндре в конце такта сжатия значительно выше, поэтому надобность в запальных устройствах отпадает и происходит самовоспламенение впрыскиваемого из форсунки горючего.

У нефтяных двигателей для зажигания топлива применяется нагретый чугунный запальный шар (калоризатор). Впрыскиваемое из форсунки топливо при соприкосновении с раскаленным запальным шаром испаряется, смешивается с воздухом и затем, когда в результате сжатия температура горючей смеси повышается, от соприкосновения с раскаленным запальным шаром воспламеняется.

Расход горючего на двигатель в значительной степени зависит от снимаемой с двигателя мощности и числа оборотов коленчатого вала в минуту. При пониженном числе оборотов расход горючего снижается. При неполной нагрузке двигателя удельный расход горючего на 1 *квтч* повышается, но общий расход горючего на двигатель в час снижается.

В бензиновых двигателях подача горючей (рабочей) смеси в цилиндр осуществляется карбюратором. В карбюраторе происходит смешивание бензина с воздухом, так что в цилиндр двигателя бензин всасывается в виде мельчайших капель, распыленных в воздухе; последний необходим для сгорания бензина в закрытом цилиндре. В дизелях в цилиндр отдельно подается воздух, а в конце такта сжатия — топливо (горючее), которое под давлением при помощи насоса и форсунки распыляется внутри цилиндра. В нефтяных двигателях горючее впрыскивается в цилиндр при помощи насоса и форсунки (распылителя), которая распыляет горючее на мельчайшие капли.

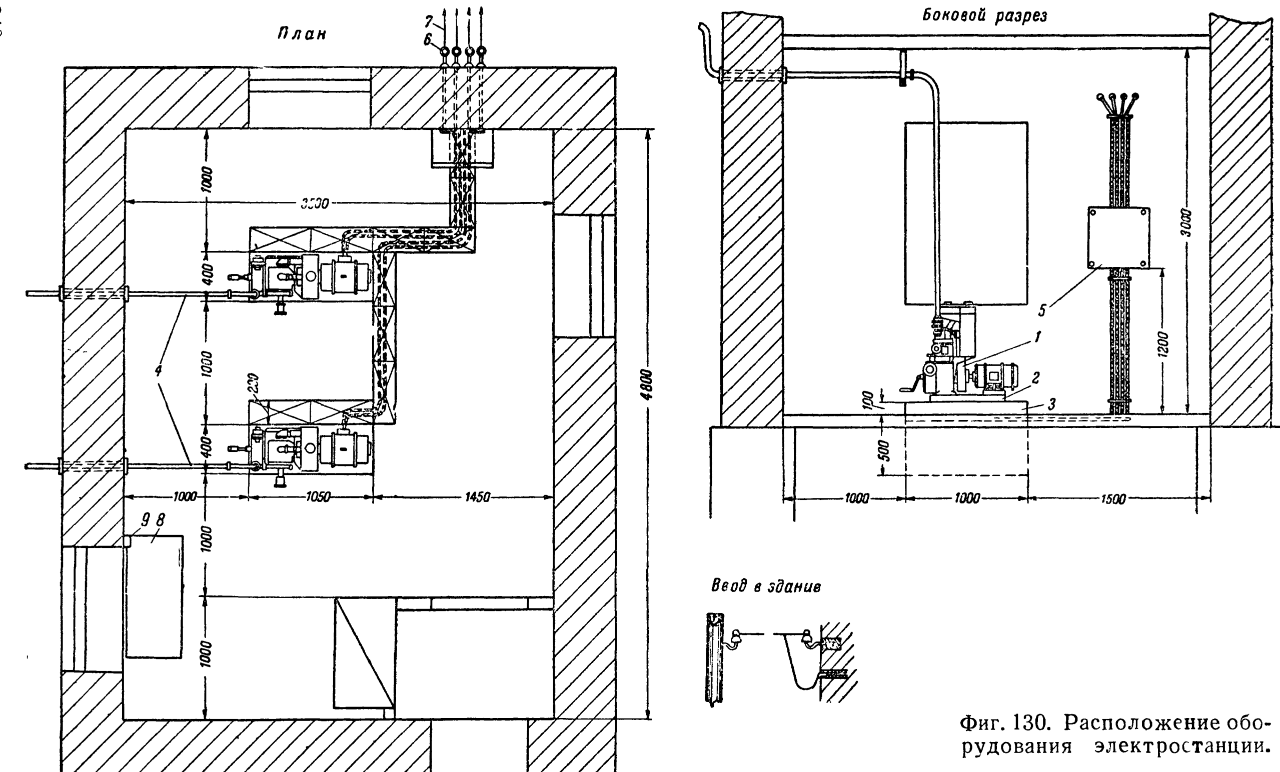
Во избежание чрезмерного нагревания трущихся частей, излишних потерь энергии на трение и быстрого износа двигателей все трущиеся части двигателя необходимо смазывать специальными смазочными материалами. Во время работы двигателя происходит сильное нагревание цилиндра и других деталей за счет высокой температуры внутри цилиндра при воспламенении рабочей смеси. Для уменьшения нагревания двигателя обычно применяют водяное охлаждение.

Типовые комплекты оборудования электростанций радиотрансляционных узлов с тепловыми двигателями. Узел мощностью 100 *вт* **с питанием постоянным током.** Для такого узла применяют бензиновый двигатель Л-3/2 и двухколлекторный генератор постоянного тока ЗДН-2500, заряжающий аккумуляторы.

Двигатель и генератор монтируют на общей раме на месте установки.

Узел мощностью 100 *вт* **с питанием переменным током.** Для этого узла можно применить либо двигатель Л-3/2 с генератором аПН-28,5, либо комплект передвижной электростанции 2ПЭСГ-4,5. Последняя состоит из фундаментной плиты, на которой установлены: нефтяной двигатель НД-9 мощностью 9 *л. с.* и генератор переменного тока БМЗ 6,5/4, градирня с водяным центробежным насосом и вентилятором, распределительный щит, топливный бак и защитная кабина. Двигатель соединен с генератором тремя ремнями.

Узел мощностью 500—600 *вт.* Для этого узла применяют смонтированный на общей раме агрегат ДСА-10, состоящий из дизеля 1МЧ-10,5/13 и генератора переменного тока аПНТ-85, непосредственно питающего аппаратуру, либо устанавливают комплект электростанции 2ПЭСГ-4,5.



Фиг. 130. Расположение оборудования электростанции.

Узел мощностью 5 000 *вт.* Для питания аппаратуры переменным током служит генератор СГ-15, который соединяют ременной передачей с дизелем 2Д-16/20.

Размещение оборудования электростанций. Помещения электростанций радиотрансляционных узлов с тепловыми двигателями должны быть огнестойкими, сухими и теплыми. Стены и потолок могут быть кирпичными, бетонными или из других несгораемых материалов. Пол должен быть из метлахских плиток, бетона или асфальта. Если стены и потолок деревянные, то они должны быть покрыты огнезащитным слоем (штукатуркой, обивкой из кровельной стали по войлоку, пропитанному глиной, и т. п.).

Типовая электростанция для 100-ваттных радиотрансляционных узлов размещается в помещении с площадью около 17 $м^2$ (фиг. 130). В нем обычно устанавливается два агрегата *1*. Один из них — рабочий, а другой — резервный. Каждый агрегат для аппаратуры ТУБ-100 состоит из двигателя Л-3/2 и генератора 3ДН-2500 и смонтирован на раме *2*, установленной на кирпичном или бетонном фундаменте *3*. Отработанные газы выводятся наружу через выхлопную трубу.

Для управления электрическими цепями на стене укрепляют силовой щиток *5*, на котором монтируют рубильники и предохранители. От генераторов к щитку проложен под полом кабель, закрытый сверху стальными листами. От щитка кабель выведен на укрепленные на наружной стене изоляторы *6*, от которых в помещение станции узла идут голые воздушные медные провода *7*, несущие ток для заряда аккумуляторов.

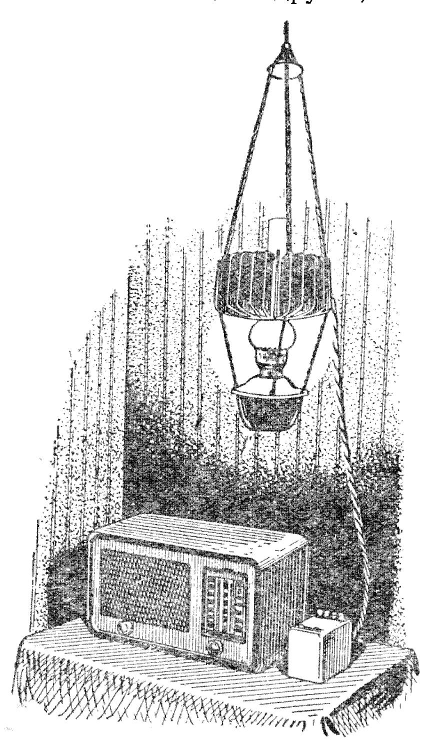
В помещении электростанции устанавливают стол *8* для мелкого ремонта и записей в журналах. Телефонный аппарат *9* служит для связи с аппаратной узла.

Горючее хранится отдельно в подземном хранилище в бочках.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ПИТАНИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Сущность превращения тепловой энергии в электрическую заключается в следующем. Если создать замкнутую электрическую цепь из двух различных проводников электричества, причем место одного контакта (спая) нагревать, а другого — охлаждать, то в цепи возникнет термо-э. д. с. (термоэлектродвижущая сила) и потечет электрический ток. Термо-э. д. с. на 1° С разницы температуры называется

удельной термо-э. д. с. Величина термо-э. д. с. зависит от удельной термо-э. д. с., т. е. природы материалов, из которых сделан термоэлемент, и разности температур на спаях термоэлемента. Следовательно, чем больше нагревать один спай и охлаждать другой, тем выше будет термо-э. д. с. Соединив ряд термоэлементов в батарею и осуществив их нагрев и охлаждение, можно получать генераторы электрической энергии любой мощности.


Фиг. 131. Термогенератор ТГК-3 и приемник.

Но такие термогенераторы не нашли широкого практического применения, главным образом из-за низкого коэффициента полезного действия (к. п. д.) и большого веса.

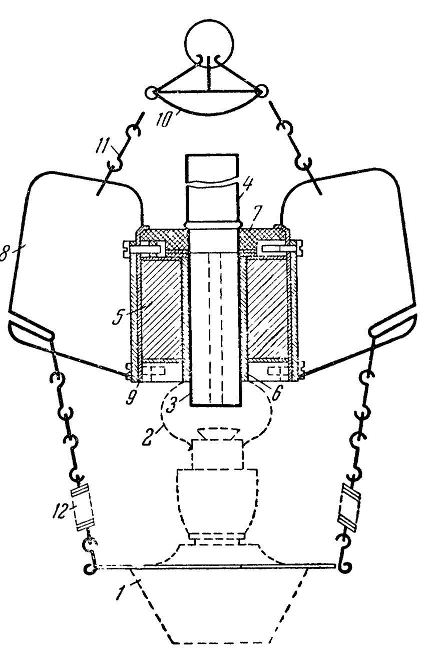
Все известные вещества, которые можно использовать в качестве материала для термоэлементов, обладают такой теплопроводностью, что количество тепла, переданное от горячего спая холодному за счет этой теплопроводности, в несколько раз больше того тепла, которое идет на преобразование в электрическую энергию. Коэффициент полезного действия термоэлемента тем больше, чем больше разность температур горячего и холодного спаев и чем меньше удельная теплопроводность. Наилучшие термоэлементы могут быть сделаны из полупроводников.

Наша промышленность освоила выпуск термогенераторов, в которых источником тепла являются обычные керосиновые лампы.

Термогенератор ТГК-3 (фиг. 131) содержит керосиновую лампу типа «молния», термобатарею, вибропреобразователь (на фиг. 131 — внизу рядом с приемником) и

устройство для подвеса. Керосиновая лампа используется не только для нагревания термобатареи, но и для освещения.

Схематическое устройство термогенератора (без преобразователя) показано на фиг. 132. Лампа *1* вместо обычного стекла имеет стеклянную колбу *2*, в которую входит нагреватель *3* термогенератора. Для создания тяги служит жестяная труба *4*, через которую отводятся газы. Для прохода газов в нагревателе устроено сквозное отверстие снизу вверх. Нагреватель имеет несколько плоских граней, к которым плотно прижаты секции термобатареи *5*. Секции термобатареи составлены из множества элементов, так как один элемент, содержащий особый сплав, имеет небольшую э. д. с. Все элементы соединены последовательно. Всего в термогенераторе две батареи: накальная и анодная. Накальная батарея дает напряжение 2 *в* для питания приемника «Родина-47» и напряжение 1 *в* для питания приемника «Родина-52», а также других приемников на пальчиковых лампах. Напряжение 1 *в* снимается с части термоэлементов.



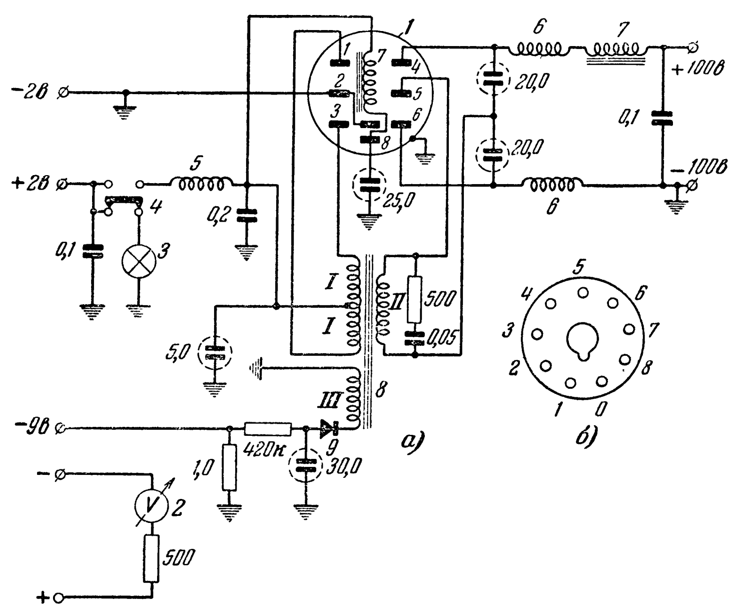
Фиг. 132. Схема устройства термогенератора.

Анодная батарея дает напряжение всего порядка 2 *в*, и поэтому требуется вибропреобразователь, который повышает напряжение до 90—120 *в* (в зависимости от типа питаемого приемника).

Для предотвращения замыкания термоэлементов через нагреватель служат слюдяные прокладки *6*. Во избежание излишнего рассеивания тепла термобатареи сверху закрыты асбестовым кольцом *7*. Наружные спаи термоэлементов должны как можно лучше охлаждаться, поэтому к наружной поверхности термобатареи прикреплены охлаждающие

ребра *8* (фиг. 132). Основания охлаждающих ребер для более плотного соприкосновения с термоэлементами, т. е. создания лучшего теплового контакта, прижаты к термобатарее через свинцовые прокладки *9*.

Для предохранения потолка, к которому подвешивается термогенератор, от опасного нагревания служит рассеивающий металлический диск *10*, удерживающий три верх-



Фиг. 133. Схема вибропреобразователя (*а*) термогенератора ТГК-3 и цоколевка его вибратора (*б*).

1 — вибратор; *2* — прибор М-61; *3* — лампочка 3,5 *в*; *4* — переключатель; *5, 6, 7* — дроссели; *8* — трансформатор; *9* — селеновый выпрямитель.

ние подвесные цепочки *11*. Лампа подвешена на трех цепочках с пружинами *12*, которые позволяют удобно снимать колбу лампы во время ее зажигания.

Вибропреобразователь смонтирован в отдельном футляре. В комплект вибропреобразователя входят (фиг. 133) синхронный вибратор, трансформатор, фильтры, дроссели, служащие для сглаживания пульсации выпрямленного напряжения и устранения помех.

При значительном вывертывании фитиля лампы температура нагревателя повышается и напряжение термобатареи увеличивается. Во избежание перегорания ламп приемника на вибропреобразователе смонтирован контрольный

измерительный прибор, который позволяет заметить превышение напряжения сверх допустимого и во-время убавить нагревание. На верхней крышке футляра вибропреобразователя смонтирован выключатель.

Когда термобатарея после зажигания лампы нагреется достаточно и станет давать нормальное напряжение, зажигается лампочка, сигнализирующая о том, что можно включать вибропреобразователь. Подключив термогенератор к приемнику при помощи имеющихся в комплекте термогенератора проводов, наливают в резервуар лампы $^3/_4$ литра керосина (на 15—20 *мм* ниже наливной пробки), обтирают насухо лампу, проверяют, не перекошен ли грибок горелки и хорошо ли заправлен фитиль. Оттянув резервуар книзу и приподняв стеклянный баллон, зажигают спичкой фитиль лампы. Вначале прогревают стекло на малом пламени, постепенно увеличивая его. Пламя должно быть белым, без копоти и язычков. При выключенном положении выключателя через 2—3 мин. нагрева сигнальная лампочка начнет светиться. Свечение будет усиливаться по мере нагревания.

Когда свечение больше не увеличивается, это означает, что термогенератор готов к работе. После этого выключатель переводят в положение «включено», лампочка гаснет и напряжение подается к приемнику.

Во время работы термогенератора пламя устанавливается таким, чтобы стрелка прибора была в пределах красного сектора шкалы при подключении приемника «Родина-47» и синего сектора — при подключении приемников «Родина-52», «Искра» и других приемников на пальчиковых лампах. Если лампа горит только для освещения, а приемником не пользуются, надо выключателем отключать вибропреобразователь для удлинения срока его службы.

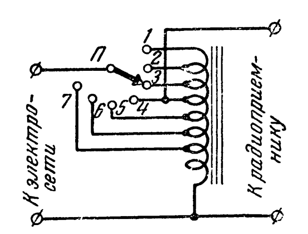
Учитывая большие преимущества термогенераторов для питания радиоаппаратуры в неэлектрифицированных местностях, ведутся работы по усовершенствованию выпускаемых термогенераторов и созданию новых, более мощных типов их для питания радиотрансляционных узлов.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ ОТ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ С НЕУСТОЙЧИВЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Нередко в городской или сельской электросети напряжение значительно изменяется: днем оно почти нормально, а к вечеру снижается и иногда весьма значительно. В та-

ких случаях подключенный к сети радиоприемник работает ненормально: при снижении напряжения падает громкость приема и возникают искажения передачи. При слишком большом уменьшении напряжения супергетеродинный приемник вообще перестает действовать из-за того, что гетеродин не возбуждается.

Бывает и так, что напряжение электросети оказывается бо̀льшим, чем полагается. Это вредно сказывается на сроке службы ламп радиоприемника и при значительном превышении напряжения может привести не только к перегоранию ламп, но и к повреждению других деталей приемника.



Фиг. 134. Принципиальная схема автотрансформатора.

Поэтому в местностях с неустойчиво действующей электросетью для питания радиоприемников весьма полезно иметь регулировочный автотрансформатор.

Регулировочные автотрансформаторы для питания радиоприемников выпускаются нашей промышленностью различных типов и на разные мощности. Однако принцип их устройства одинаков.

Обмотка автотрансформатора имеет несколько выводов. Чем их больше, тем более плавно можно регулировать напряжение.

Переключатель *П* (фиг. 134) часто выполняется в виде гнезд, в которые вставляется штепсельная вилка с короткозамкнутыми штырьками. Вставляя штепсельную вилку в те или другие гнезда, получают соответствующее напряжение на выходных зажимах, к которым подключен радиоприемник. Так, например, при штепсельной вилке, замыкающей гнезда *П* и 4, приемник получает полное напряжение электросети. Если требуется это напряжение повысить, то переставляют штепсельную вилку (перемычку) в гнезда *П*—5, для еще большего повышения напряжения вилку переставляют в гнезда *П*—6 и т. д. Для снижения напряжения штепсельную вилку вставляют в гнезда *П—3* или *П—1*. При пользовании автотрансформатором желательно контролировать подводимое к приемнику напряжение при помощи вольтметра. Это предотвратит случаи подачи излишнего напряжения на радиоприемник.

Простой автотрансформатор радиолюбитель может легко изготовить и сам. Для этого надо иметь сердечник от

какого-либо трансформатора. Сердечник должен иметь соответствующие размеры, определяемые по расчету. Устройство автотрансформатора было неоднократно описано в журнале «Радио» и другой радиолюбительской литературе.

При пользовании автотрансформатором следует учитывать, что при желании значительно увеличить срок службы нитей накала ламп можно несколько снижать подаваемое к приемнику напряжение (пока не появляются заметные на слух искажения).

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

АППАРАТУРА ДЛЯ КОЛХОЗНЫХ РАДИОУЗЛОВ

ОБОРУДОВАНИЕ НЕБОЛЬШОГО КОЛХОЗНОГО РАДИОУЗЛА (КРУ-2)

Для оборудования колхозных радиотрансляционных узлов применяется аппаратура мощностью от 2 *вт* и выше в зависимости от числа точек в колхозе или группе колхозов, которые радиофицируются от одного радиоузла.

Аппаратура КРУ-2 (колхозная радиотрансляционная установка мощностью 2 *вт*) рассчитана на подключение к ней не более 40 абонентских громкоговорителей. Эта аппаратура предназначена для электропитания ее в основном от ветроэлектроагрегата ВЭ-2, который заряжает 12-вольтовую аккумуляторную батарею.

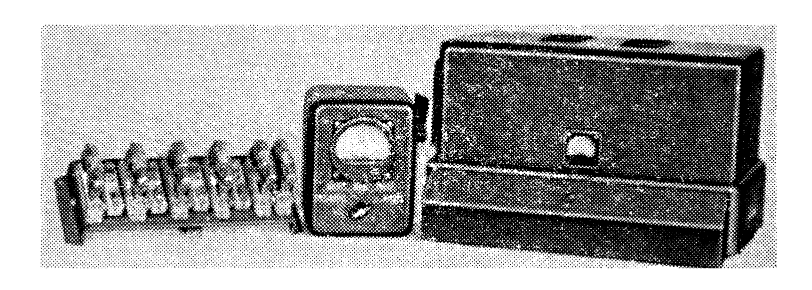
Один элемент аккумулятора этой батареи используется для накала ламп, а остальные пять элементов, дающих напряжение 10 *в*, подключаются к вибропреобразователю, который дает анодное напряжение 120 *в*. Зарядка аккумулятора может осуществляться также от сети переменного тока. Этот вариант питания может быть использован в тех случаях, когда имеется местная нерегулярно работающая электросеть, не допускающая вследствие этого установки обычной аппаратуры с непосредственным питанием переменным током.

При отсутствии местной нерегулярно действующей электросети и неблагоприятных ветровых условиях аппаратура КРУ-2 может питаться от гальванических батарей.

Комплект аппаратуры КРУ-2 состоит из: приемно-усилительного устройства (фиг. 135), зарядного щитка, щитка грозозащиты, контрольного громкоговорителя, телефона и двух аккумуляторных батарей емкостью по 50—60 *ач*.

Приемно-усилительное устройство. В приемнике — супергетеродине — применены три пальчиковые лампы: 1А1П — преобразователь и гетеродин, 1К1П — усилитель промежуточной частоты и 1Б1П — детектор. Диапазоны волн приемника: 25—70 *м*, 188—577 *м* и 730—2 000 *м*.

В гнезда *Адаптер* можно включать либо звукосниматель для проигрывания граммофонных пластинок, либо микрофон. В качестве микрофона может быть использован контрольный динамический громкоговоритель.



Фиг. 135. Щиток грозозащиты, зарядный щиток и приемно-усилительное устройство комплекта аппаратуры КРУ-2.

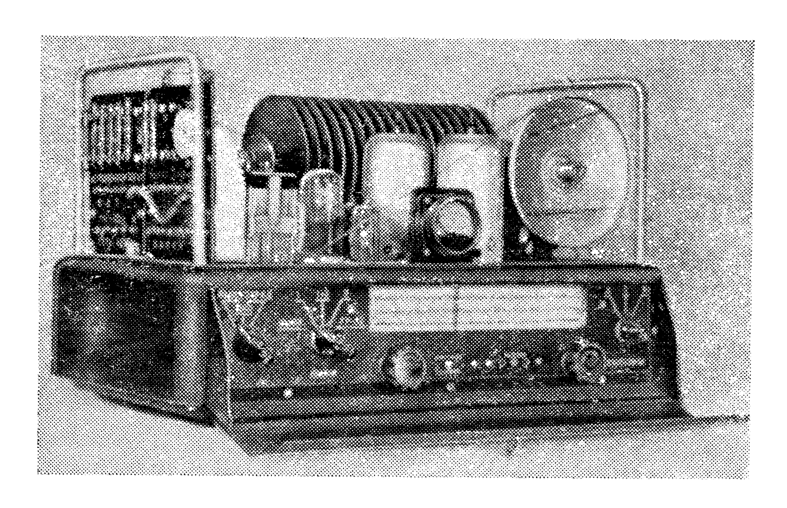
Усилительная часть установки состоит из четырех каскадов. Предоконечный и оконечный каскады выполнены на двойных триодах 1Н3С. При работе в оконечном каскаде двух ламп мощность на выходе установки 2 *вт*, а при одной лампе — 1 *вт*.

Три последних каскада усилителя охвачены отрицательной обратной связью. Напряжение н. ч. подается с приемника (или звукоснимателя) на регулятор громкости, с которого оно поступает на сетку лампы первого каскада предварительного усиления.

Связь между предоконечным и оконечным каскадами осуществляется через междуламповый трансформатор. Напряжение со вторичной обмотки этого трансформатора подается на сетки оконечных ламп. Каждая лампа оконечного каскада работает по двухтактной схеме и соответствующие аноды и сетки обеих ламп соединены параллельно.

В выходную цепь усилителя включены гнезда для контрольного телефона (или громкоговорителя) и предохранители.

Выходная цепь после предохранителей проходит через переключатель, установленный на передней панели приемно-усилительного устройства. При помощи этого переключателя производится коммутация линий, причем к выходу могут быть подключены: 1-я линия, 2-я линия, 1-я и 2-я линии, уличный громкоговоритель. Неработающие линии при этом заземляются. Напряжение накала и анодное напряжение контролируются вольтметром, установленным на



Фиг. 136. Приемно-усилительное устройство КРУ-2 со снятым кожухом и открытым капотом.

передней панели. Выходное напряжение измеряется вольтметром, установленным на зарядном щитке. Приемно-усилительное устройство со снятой крышкой показано на фиг. 136.

Зарядка аккумуляторов от ветроэлектроагрегата или сети переменного тока осуществляется через селеновый выпрямитель. Для преобразования низкого напряжения 10 *в* аккумуляторной батареи в напряжение порядка 130 *в* для питания анодных, экранных и сеточных цепей приемных и усилительных ламп служит вибропреобразователь.

Зарядное устройство. В случае заряда аккумуляторов от ветроэлектроагрегата напряжение от генератора подается на селеновый выпрямитель. Выпрямленное напряжение от селенового выпрямителя поступает на зарядный щиток.

Зарядный щиток представляет собой коробку (фиг. 135), в которой смонтированы перекидной рубильник, переключающий аккумуляторные батареи на работу и заряд, и измерительный прибор с купроксным выпрямителем и переключателем на пять положений для измерения напряжения питания вибропреобразователя, выходного напряжения усилителя и напряжения заряжаемой аккумуляторной батареи.

Аккумуляторы могут быть применены кислотные или щелочные.

Потребление тока от аккумуляторов при работе установки — в среднем около 1 *а*. При питании от гальванических батарей расход тока по цепи накала 0,7 *а* при напряжении 1,2 *в*, а по анодной цепи 26 *ма* при напряжении 120 *в*.

В комплект батарей должны входить две параллельно соединенные батареи БНС-МВД-500 для накала (на 1 000—1 200 час. работы) и шесть последовательно-параллельно соединенных батарей БС-Г-60-С-8 для анодных и сеточных цепей (на 600—700 час. работы). Для снижения излишнего напряжения накала при монтаже узла в шкафу для источников питания устанавливают реостат накала сопротивлением 2,5 *ом* на ток 0,7—0,8 *а*, который включается последовательно в общую цепь накала.

Для анодных цепей можно составить батарею из 159 элементов типа 3С, соединенных последовательно.

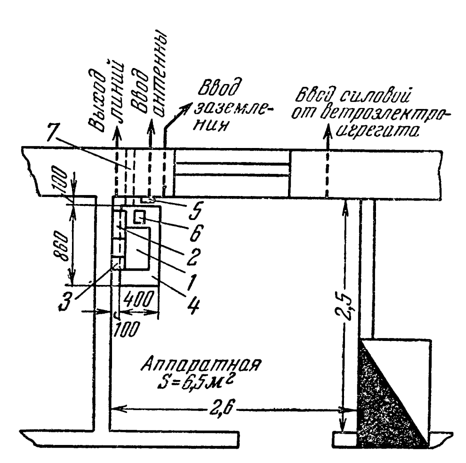
В случае применения для анодной батареи элементов 3С необходима отдельная батарея сеточного смещения. Для батареи сетки берут 11 элементов типа 2С. В дальнейшем по мере расхода батареи количество элементов в батарее увеличивают.

Размещение и монтаж аппаратуры. Аппаратуру радиоузла располагают либо в отдельном помещении площадью не менее 6—7 $м^2$, либо в правлении колхоза, избе-читальне, клубе и т. п.

Помещение должно быть сухим, отапливаемым, с естественным освещением. Оно должно быть расположено примерно в центре радиофицируемого поселка. Во избежание радиопомех вблизи станции узла не должно быть механических мастерских с электромоторами или электросварочными агрегатами. В случае применения ветроэлектроагрегата вблизи здания узла должна быть площадка, не заслоненная от ветров деревьями, зданиями, холмами и т. п. и позволяющая установить ветроэлектроагрегат на расстоянии 20—50 *м* от здания узла. В случае использования элек-

тросети помещение станции узла следует выбирать так, чтобы силовой ввод был как можно короче.

Оборудование располагают, как правило, вблизи наружных стен (фиг. 137). На расстоянии 100 *мм* от стены устанавливают деревянный шкаф для размещения источников питания — двух аккумуляторных батарей или гальванических элементов. Для удаления из шкафа газов, образующихся при работе аккумуляторов, оборудуется вытяжная труба с задвижкой и выводом через наружную стену.



Фиг. 137. Примерный план размещения оборудования.

1 — приемно-усилительное устройство; *2* — щиток грозозащиты линий; *3* — зарядный щиток; *4* — шкаф для источников питания; *5* — антенный щиток; *6*—контрольный громкоговоритель; *7* — вытяжная труба.

На шкафу устанавливают приемно-усилительное устройство с блоком питания и контрольный громкоговоритель. Над шкафом на высоте 1,4 *м* от пола на стене укрепляют зарядный щиток и над ним — щиток грозозащиты линий с грозоразрядниками РА-350 *. На высоте 1,5—1,7 *м* над уровнем пола делают ввод антенны и на стене укрепляют антенный щиток. Последний представляет собой деревянную пластину размерами 122×40×15 *мм*, на которой шурупами укрепляют грозоразрядники типа РА-350. Грозоразрядник закрывают от пыли кожухом из жести. К одному зажиму грозоразрядника антенного щитка подводят провод от заземления, а к другому — провод, проходящий от антенны (снижения) к приемнику.

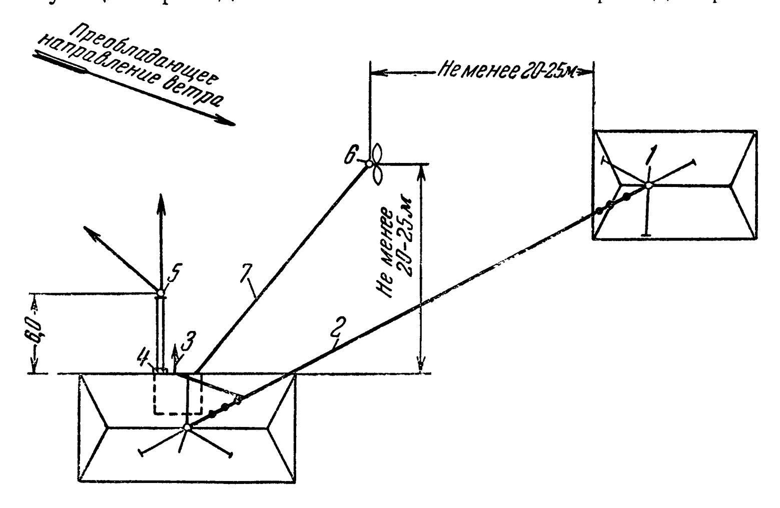
При использовании ветроэлектроагрегата на силовом вводе устанавливается предохранитель с грозоразрядника-

* Грозоразрядник РА-350 представляет собой стеклянный наполненный инертным газом баллон, внутри которого помещены два металлических электрода. Один из электродов соединяется с проводом линии, а второй — с землей. При возникновении в проводе значительного напряжения от влияния атмосферного электричества промежуток между электродами пробивается и заряды отводятся в землю.

ми, а при использовании местной электросети — вводный щиток с двумя предохранителями (пробками).

При установке аппаратуры в общей комнате щиток грозозащиты линий и зарядный щиток закрывают деревянным кожухом или устанавливают в настенный ящик (шкаф).

Для электрического монтажа станции узла используют шланги, входящие в комплект КРУ-2, а также соответствующие провода и кабели. Все кабели и провода прокла-



Фиг. 138. План наружных устройств станции колхозного радиоузла с аппаратурой КРУ.

1 — мачта высотой 5—8 *м*; *2* — Г-образная антенна; *3* — заземление; *4* — кронштейн на три цепи; *5* — столб для вывода линий (при подземных линиях отсутствует); *7* — силовой ввод.

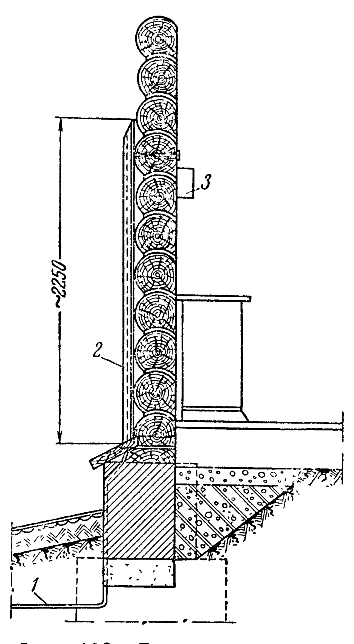
дывают по стенам под скобами, а цепи переменного тока — на роликах. Провода, подходящие к контактной планке КРУ-2, должны перевязываться в общий жгут и обматываться текстильной лентой. Жгут к столу крепят скобой.

Общее расположение наружных устройств станции колхозного радиоузла показано на фиг. 138.

Вывод линий. Если радиотрансляционные линии на узле кабельные, то вывод выполняется тем же кабелем, что и сама линия. При кабельном выводе кабели в траншее подводят до фундамента здания. В фундаменте здания и цоколе делают борозду (фиг. 139), в которую укладывают кабель, после чего борозду заделывают цементом, гипсом или алебастром.

По стене кирпичного здания кабель прокладывают также в борозде до ввода внутрь здания. При бревенчатых стенах кабель прокладывают по рейке, укрепленной на стене гвоздями, и закрывают снаружи деревянной рейкой. Отверстие в стене для ввода кабеля в здание делают на высоте установки щитка грозозащиты. Через отверстие в стене кабели пропускают в резиновой полутвердой трубке с применением втулок для деревянной стены; для кирпичной стены трубки не применяются.

Для устройства вывода можно провода пропустить через пол и далее под фундамент дома. В этом случае не потребуется делать борозду и закрывать кабель рейкой. Если радиотрансляционные линии воздушные, то вывод их делают так, как указано в гл. 9 (стр. 321).



Фиг. 139. Выводы кабеля из деревянного здания на кирпичном фундаменте.

1 — кабель; *2* — рейка; *3* — щиток грозозащиты.

Обслуживание аппаратуры КРУ-2. Обслуживание аппаратуры КРУ-2 заключается во включении и выключении аппаратуры, настройке радиоприемника на требуемую радиостанцию и наблюдении за зарядкой и разрядкой аккумуляторов или напряжением гальванических батарей.

Для включения аппаратуры в работу надо проверить установку переключателя линий в положение *Выключено*. Переключатель включения аппаратуры ставят в положение *Включено*; при этом вольтметр на передней панели должен показать напряжение накала 1,2 *в*. Для проверки напряжения, подаваемого на вибропреобразователь, переключатель вольтметра на зарядном щитке устанавливают в положение *Питание вибропреобразователя*. Если вольтметр показывает менее 9 *в*, перекидной рубильник зарядного щитка переводят в другое положение и этим включают на разряд другую батарею, а при отсутствии второй

батареи работу узла прекращают, так как разряд кислотных аккумуляторов ниже 9 *в* приведет к их порче.

Далее, включают телефонные трубки в гнезда *Телефон*. Переключатель диапазонов устанавливают в нужное положение в зависимости от расписания радиоприема и настраивают приемник. При необходимости вести местную передачу подключают при помощи соответствующих гнезд звукосниматель (адаптер) или микрофон.

Установив переключатель линий в соответствующее положение (обычно задействованы и первая и вторая линии), при помощи регулятора громкости устанавливают нормальное выходное напряжение звуковой частоты, переведя предварительно переключатель вольтметра на зарядном щитке в положение *Выход*. Излишнее напряжение в линии искажает передачу, поэтому надо громкость устанавливать так, чтобы стрелка вольтметра доходила до красной черты только при громких звуках (пиках) передачи. После установки нормального напряжения на выходе переключатель вольтметра возвращают в положение *Выключено*.

Чтобы приемник не могли перестраивать посторонние лица, после настройки приемника крышку передней панели КРУ-2 запирают на замок.

Во время передачи надо следить за напряжением на линии и состоянием аккумуляторных батарей. При вращении ветроагрегата постоянно происходит заряд одной или другой батареи, поэтому, в случае если обе батареи зарядились, надо затормозить ветроагрегат, так как дальнейшая перезарядка для аккумуляторов вредна. Если же оба аккумулятора еще не зарядились, то ветроэлектроагрегат должен работать также и во время перерывов в работе радиоузла.

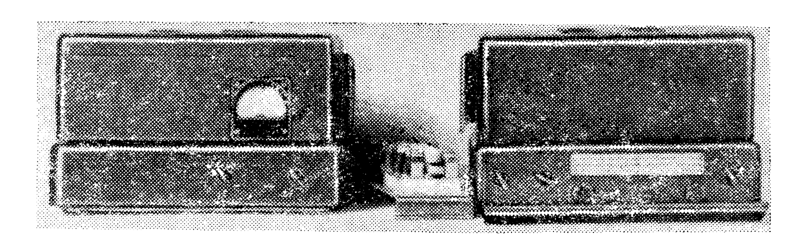
При выключении узла все операции производят в обратном порядке.

Порядок включения аппаратуры при питании от гальванических элементов тот же. Для продления срока службы гальванических батарей по мере их разряда целесообразно их переключать и подключать дополнительно свежие батареи. Так, например, разрядившиеся до 1 *в* параллельно включенные две батареи накала БНС-МВД-500 следует включить последовательно и разряжать далее до напряжения 0,6—0,5 *в* на батарею.

ОБОРУДОВАНИЕ КОЛХОЗНОГО РАДИОУЗЛА С АППАРАТУРОЙ КРУ-10

Мощности аппаратуры КРУ-2 2 *вт* часто оказывается недостаточно для радиофикации укрупненных колхозов, желающих иметь не несколько радиоузлов, а один, питающий радиоточки во всех домах колхозников данного колхоза. Поэтому была разработана аппаратура КРУ-10 мощностью 10 *вт*, выпускаемая в большом количестве.

Приемно-усилительное устройство КРУ-10. Оно имеет такую же конструкцию, как и КРУ-2 (фиг. 140 — справа).



Фиг. 140. Блок питания (слева), щиток грозозащиты и приемно-усилительное устройство аппаратуры КРУ-10.

Все ручки управления и шкала приемника размещены, так же как и в КРУ-2, на передней стенке и закрываются крышкой, снабженной замком. Вся электропитающая часть схемы собрана в виде отдельного блока питания, смонтированного в точно таком же футляре, как и приемно-усилительное устройство (фиг. 140 — слева). Потребление тока от аккумулятора составляет по цепи накала 2,2 *а*, по цепи питания вибропреобразователя в режиме покоя 1,7 *а*, в пиковом режиме 3,8 *а*, а в режиме передачи вещательной программы в среднем 2,75 *а*. Таким образом, расход тока от аккумулятора в КРУ-10 приблизительно в 3 раза выше, чем в КРУ-2. Приемник имеет точно такую же схему, как и в КРУ-2.

Предоконечный каскад усилителя н. ч. собран по трансформаторной схеме на лампе 4П1Л в триодном соединении (см. фиг. 94). Оконечный каскад усилителя собран по двухтактной схеме на лампах 4П1Л в триодном соединении.

Выходной трансформатор имеет две секции вторичной обмотки, что позволяет при параллельном или последовательном их соединении получать на выходе напряжение 30 или 15 *в*.

Блок питания размещен в отдельном футляре. В нем смонтированы все элементы питания: вибропреобразователи с фильтрами, выпрямительное устройство для зарядки аккумуляторов от ветроэлектроагрегата или сети переменного тока, устройства коммутации цепей питания и аккумуляторов по схеме «заряд-разряд» и цепи контроля напряжений. На передней стенке блока питания размещен вольтметр для измерения напряжения. На правой части основания укреплена панель с контактами для подключения питающих и соединительных проводов.

Для узла могут быть использованы кислотные или щелочные аккумуляторы. Накал ламп осуществляется либо от одной банки кислотного аккумулятора, либо от двух банок щелочных аккумуляторов.

Мощность, расходуемая на питание анодных и сеточных цепей приемно-усилительного блока, достаточно велика, поэтому в КРУ-10 работают одновременно два вибропреобразователя. Эти преобразователи и трансформаторы повышают напряжение аккумулятора до величины, требуемой для питания анодных и сеточных цепей.

Преобразователи соединены последовательно, напряжение для анодных цепей оконечного каскада 250 *в* снимается с двух преобразователей, а для анодных цепей приемника 120 *в* — с одного.

Заряд аккумуляторных батарей производится от ветроагрегата или местной электросети переменного тока. Напряжение от ветроагрегата через предохранители подается на селеновый выпрямитель. Выпрямленное напряжение порядка 18 *в* поступает через предохранитель и переключатель на аккумуляторные батареи.

При помощи вольтметра можно измерять напряжение, подаваемое на вибропреобразователь. Необходимо следить, чтобы оно не понижалось менее 9 *в*. Во втором положении переключателя вольтметр измеряет напряжение накала, в третьем — напряжение в цепи 120 *в*, в четвертом — напряжение в цепи 250 *в* (анодов оконечных ламп), в пятом — напряжение звуковой частоты на выходе, в шестом — напряжение заряжаемой аккумуляторной батареи.

Щиток грозозащиты рассчитан на подключение двух радиотрансляционных линий и линии уличного громкоговорителя. Предохранители включены только в радиотрансляционные линии, а разрядники подключены и к линии уличного громкоговорителя.

Схема КРУ-10 позволяет питать аппаратуру также от гальванических батарей, однако из-за большого потребляемого тока этот вариант питания менее желателен.

Размещение аппаратуры КРУ-10 ничем не отличается от размещения аппаратуры КРУ-2, указанного выше.

Оборудование наружных устройств для аппаратуры КРУ-10 производят так же, как и для аппаратуры КРУ-2.

Если среднегодовая скорость ветра такова, что ветроагрегат не обеспечивает нормальной работы аппаратуры КРУ-10, то устанавливают второй ветроагрегат, к которому подключают отдельный селеновый выпрямитель (такой же, как в аппаратуре КРУ-10), и соединяют выходы выпрямителей (по постоянному току).

В этом случае при запуске в ход обоих ветроагрегатов ток, получаемый аккумуляторной батареей, практически удвоится.

О подключении громкоговорителей к аппаратуре КРУ-2 и КРУ-10. Аппаратура КРУ позволяет путем переключения перемычек на выходной панели устанавливать на выходе напряжение 30 или 15 *в*. При подведении напряжения 15 *в* громкоговорители звучат достаточно громко для удовлетворительного слушания передачи. Однако уменьшение напряжения с 30 до 15 *в* в 4 раза снижает потребляемую громкоговорителями мощность, что позволяет при той же мощности аппаратуры присоединить к ней в 4 раза больше громкоговорителей. Поэтому для увеличения числа подключаемых радиоточек в аппаратуре типа КРУ, как правило, устанавливают напряжение 15 *в*. При этом число громкоговорителей «Рекорд» или экономичных динамических громкоговорителей, которое допустимо подключить к аппаратуре КРУ-2, составляет 40, а к аппаратуре КРУ-10 — 200. В случае установки напряжения 30 *в* наибольшее число радиоточек составит соответственно 10 и 50.

Обслуживание аппаратуры КРУ-10. При включении аппаратуры переключатель линии должен быть поставлен в положение *Выключено*, а переключатель включения узла— в положение *Включено*. Проверяют напряжение накала и питания вибропреобразователя, для чего переключатель вольтметра на блоке питания устанавливают в положение *Накал* и *Питание вибропреобразователя*. Если вольтметр показывает соответственно меньше 1,8 и 9 *в*, включают на питание аппаратуры вновь заряженную батарею, переведя переключатель «заряд—разряд» в другое положение.

Включают контрольные телефонные трубки в гнезда

«телефон», устанавливают в нужное положение переключатель диапазонов и настраивают приемник.

Для воспроизведения граммофонной записи при местной передаче можно использовать патефон с приставным звукоснимателем, включая его в гнезда *Звукосниматель*. В качестве микрофона, включаемого в гнезда *Микрофон*, можно применить абонентский динамический громкоговоритель.

Далее, переключатель *Линии* ставят в требуемое положение в зависимости от того, по каким линиям ведется передача. Переключатель вольтметра на блоке питания переводят в положение *Выход* и регулятором громкости устанавливают нормальный уровень передачи, при котором стрелка прибора только при самой громкой передаче будет доходить до синей черты при 15 и до красной — при 30 *в* на выходе.

Во время передачи следят за напряжением на выходе аппаратуры и периодически контролируют степень разряженности аккумуляторных батарей, переключая их при необходимости на заряд.

Так же как и в аппаратуре КРУ-2, заряд, аккумуляторов при вращении ветроагрегата происходит независимо от работы аппаратуры. Поэтому надо следить, чтобы не происходила излишняя зарядка батарей, затормаживая при необходимости ветроагрегат. Для контроля заряда аккумуляторов переключатель вольтметра ставят в положение *Заряд*; при этом прибор показывает напряжение заряжаемой аккумуляторной батареи. Для проверки, заряжает ли ветроэлектроагрегат батарею, переключатель *Заряд — разряд* ставят в нейтральное положение. При этом вольтметр показывает напряжение холостого хода ветроагрегата. Если оно больше, чем напряжение при заряде, то заряд аккумуляторной батареи происходит.

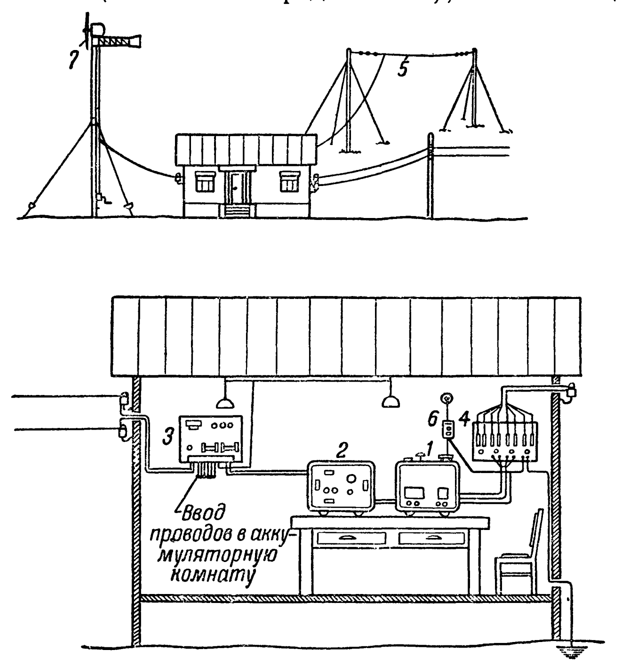
ОБОРУДОВАНИЕ СТАНЦИИ 20-ВАТТНОГО КОЛХОЗНОГО РАДИОУЗЛА

Колхозные радиоузлы мощностью 20 *вт* оборудованы аппаратурой ВТУ-20. Комплект оборудования типа ВТУ-20 предназначен для неэлектрифицированных местностей. В качестве источника электроэнергии для питания этого оборудования применяются аккумуляторы, периодически заряжаемые генератором постоянного тока.

Станционное оборудование содержит радиоприемник *1* (фиг. 141) с пружинным граммофонным устройством и звукоснимателем, усилитель *2*, силовой щит *3*, линейный

щиток *4*, антенну *5* с грозовым переключателем *6*, ветроэлектрический агрегат *7* и комплект аккумуляторов. Ветроэлектрический агрегат комплекта ВТУ-20 в отличие от ветроагрегата ВЭ-2 содержит ветродвигатель ВД-3,5 с генератором постоянного тока типа ГТ-1 000 мощностью 1 *квт* и напряжением 24 *в*. Аппаратура ВППУ-20 с производства снята.

Приемник. На радиоузле используется приемник типа «Родина-47» (несколько переделанный), позволяющий ве-



Фиг. 141. Станционное оборудование с 20-ваттной установкой типа ВТУ-20.

сти не только прием радиопередач на длинных, средних и коротких волнах, но также и передачу граммофонной записи и включение пьезоэлектрического микрофона для местных передач или объявлений.

Усилитель. Усилитель характеризуется следующими данными: 1) мощность на выходе 20 *вт*; 2) выходных напряжений два: 30 *в* — для абонентских линий и 120 *в* — для включения уличного громкоговорителя; 3) нелинейные искажения составляют не более 10%; 4) полоса пропуска-

ния частот 100—6 000 *гц*; 5) потребление тока: по цепи накала (6 *в*) — 3,5 *а*, по анодной цепи (400 *в*) — в пределах 100—140 *ма*.

Усилитель имеет три каскада усиления: фазопереворачивающий каскад на лампе 6Н7С, предоконечный каскад на такой же лампе и оконечный каскад на двух лампах 6П3С, включенных по двухтактной схеме.

Блок питания. Блок питания содержит вибропреобразователи и фильтр для сглаживания пульсаций тока, создаваемых ими.

Силовой щит. На силовом щите расположены все органы управления генератором и зарядом аккумуляторов. Размещенный на щите регулятор позволяет поддерживать постоянное напряжение генератора независимо от скорости ветра. Регулятор содержит также реле, предохраняющее аккумуляторную батарею от разряда на генератор (при остановке ветродвигателя).

К силовому щиту подключаются восемь щелочных аккумуляторных батарей 5НКН-100, составляющих две группы по четыре батареи в каждой (аккумуляторные батареи могут быть и кислотными на соответствующие напряжение и емкость). Каждую группу аккумуляторов можно включать на заряд отдельно соответствующим переключателем. При переводе переключателя какой-либо группы в положение *Заряд* аккумуляторы этой группы автоматически соединяются последовательно и заряжаются от генератора. Ток заряда отсчитывается по амперметру. При переводе переключателя в положение *Работа* аккумуляторы соединяются параллельно, образуя батарею напряжением 6,25 *в* и емкостью 400 *ач*. При заряде одной группы вторая питает накал ламп и вибропреобразователь, обеспечивающий получение анодного напряжения. При установке переключателя *8* в положение *Заряд* амперметр показывает ток заряда, а при установке переключателя в положение *Работа* амперметр показывает ток, потребляемый от аккумуляторов. Для измерения напряжения батарей при заряде и разряде на силовом щите смонтирован вольтметр, который можно подключать к разряжаемой или заряжаемой группе батарей переключателем. Кнопка стартерного пуска служит для запуска ветродвигателя, так как последний при слабом ветре не может начать вращаться самостоятельно. Этой кнопкой напряжение от заряжаемой группы аккумуляторов подается на генератор. Генератор, превращаясь в электродвигатель, раскручивает воздушный винт ветродви-

гателя. На силовом щите смонтирована кнопка для включения освещения помещения.

Линейный щиток. Линейный щиток служит для включения и выключения радиотрансляционных линий и размещения устройств грозозащиты. В цепи каждой линии установлен переключатель на два положения: *Включено* и *Земля.*

Монтаж. От генератора ветроэлектрической установки к стене дома обычно протянуты укрепленные на изоляторах голые провода. К ним около изоляторов присоединены изолированные провода (например, ПР). Изолированные провода по стене проложены на роликах и присоединены к силовому щиту. К силовому щиту подведены также провода от аккумуляторов, усилителя и приемника. Аккумуляторы размещены на стеллаже, т. е. на специальной деревянной скамейке-полке в отдельной комнате (или шкафу), соседней с той, где установлен силовой щит.

Блок питания и усиления соединен с силовым щитом изолированным проводом. Приемник, блок питания и усиления установлены на одном столе. Линейный щиток установлен на стене около вывода радиотрансляционных линий. Если радиотрансляционные линии — подземные, то от линейного щитка наружу выходят провода, проложенные в земле. При воздушных линиях от щитка выходят изолированные провода типа ПР, которые присоединены к воздушным проводам у изоляторов, установленных снаружи на стене. Изолированные провода либо укреплены на роликах, либо проложены в трубках с металлической оболочкой.

Включение оборудования. Переключатель заряженной группы аккумуляторов переводят из положения *Заряд* в положение *Работа* и проверяют напряжение батареи. Переводят на заряд вторую группу. Включают напряжение накала на вибропреобразователь и через 1—2 мин. включают анодное напряжение. Эта выдержка времени необходима для разогрева ламп усилителя, чтобы вибропреобразователь не работал вхолостую (при работе вхолостую могут пробиться электролитические конденсаторы фильтра).

Переключатель комбинированного измерительного прибора ставят в положение *Анод. напряж.* и измеряют анодное напряжение на усилителе, которое должно быть равно 400 *в*. Анодное напряжение на приемнике контролируется свечением его неоновой лампочки. Измерив анодное напряжение, переключатель прибора ставят в положение «Выход». Приемник настраивают при выключенных линиях.

ОБОРУДОВАНИЕ СТАНЦИИ КОЛХОЗНОГО РАДИОУЗЛА МОЩНОСТЬЮ 100 *вт* С ПИТАНИЕМ ОТ АККУМУЛЯТОРОВ

Радиотрансляционные узлы мощностью 100 *вт*, оборудуемые в неэлектрифицированных населенных пунктах, содержат следующее основное станционное оборудование: 1) радиоприемники ПТБ-47; 2) усилительное устройство ТУБ-100; 3) антенны и заземление; 4) электростанцию; 5) аккумуляторные батареи. К такому колхозному радиоузлу можно подключить до 500 комнатных громкоговорителей.

Усилительное устройство ТУБ-100. Устройство ТУБ-100 имеет два усилителя мощностью по 50 *вт* и получает электропитание от аккумуляторов. Устройство может работать от электродинамического микрофона, звукоснимателя, радиоприемника или телефонной линии, по которой передается программа.

Комплект ламп установки ТУБ-100: 6К7 — 1 шт.; 6Н7С — 6 шт.; 6Х6С — 1 шт.; 6П3С — 8 шт. Все устройство ТУБ-100 собрано на стойке из угловой стали, высота которой 2 *м*, ширина 0,53 *м* и глубина 0,35 *м*. Детали размещены на семи панелях (нижняя, 8-я панель — пустая); кроме того, отдельно от стойки монтируют контрольный динамический громкоговоритель и табло студии для сигнализации в студию о включении микрофона и звукоснимателя. Панели с задней стороны закрыты четырьмя металлическими защитными кожухами. Три верхних кожуха имеют блокировку безопасности, т. е. специальные контакты, которые при снятии кожухов отключают напряжение выше 240 *в* с панелей измерений, контроля, входной коммутации, усилителей и аккумуляторов. Поэтому в случае неплотного закрытия кожухов установка не работает.

Панель выходной коммутации и линейной защиты (первая сверху) рассчитана на подключение пяти линий. Она содержит десять предохранителей и десять грозоразрядников, а также пять переключателей, которыми каждую линию можно подключить к установке, включить на измерение или заземлить.

Панель измерений (вторая сверху) предназначена для контроля и измерения выходного напряжения, входного сопротивления линий (сопротивление переменному току частотой 400 *гц*, измеренное на входе линии), сопротивления изоляции линий. В центре панели расположен многошкальный прибор, а под ним — переключатель, позволяющий

переключить прибор на любое измерение. Расположенные на панели гнезда позволяют при помощи шнура со штепселем пользоваться панелью как самостоятельным измерительным прибором для измерения каких-либо сопротивлений, а также напряжений.

Расположенными на панели управления и контроля (третья сверху) органами управления можно: включать анодные аккумуляторы на заряд, включать аккумуляторы накала на заряд, включать и выключать напряжения накала и анода на каждый из оконечных усилителей, включать и выключать накал ламп и микрофонного усилителя.

Панель входной коммутации (четвертая сверху) предназначена для переключения аппаратуры на различные виды передач. Переключатель на пять положений, расположенный в центре панели, позволяет включить на вход оконечных усилителей телефонную линию (положение *лин.*), идущую, например, из клуба, откуда надо производить трансляцию передачи, приемник (положение *ПР1* или *ПР2* — рабочий приемник или резервный), звукосниматель (положение *ад*) или выход микрофонного усилителя (положение *М*) для трансляции передачи из местной студии. На правой стороне панели расположен регулятор громкости, на левой — контрольные гнезда, позволяющие телефонной трубкой проверять работу приемников (гнезда *ПР1* и *ПР2*) и передачу, поступающую с телефонных линий (гнездо *контроль линий*). Переключение с одной линии на другую осуществляется шнуром с двумя штепселями.

Микрофонный усилитель размещен на задней стороне панели. На боковой стенке усилителя имеются зажимы *М* и *З*, к которым присоединяют кабель от электродинамического микрофона. Усилитель работает на одной лампе 6Н7С.

На панели усилителей (пятая сверху) на кронштейне размещены два одинаковых оконечных усилителя мощностью 50 *вт* каждый. Прибор с переключателем позволяет измерять токи ламп оконечных каскадов и предварительных усилителей. Свечение сигнальных лампочек усилителей указывает на включенное напряжение накала на соответствующий усилитель. Штепсельные гнезда позволяют контролировать передачу на выходе предварительных усилителей. В центре панели усилителей помещены выключатель смещения и сигнальная лампочка, свечение которой указывает на подачу смещения на лампы оконечных усилителей.

Напряжение н. ч. на вторичной обмотке выходного трансформатора каждого усилителя равно соответственно 30 и 120 *в*.

Воспроизводимый диапазон частот равен 50—7 500 *гц*. При понижении напряжения источников питания на 10% мощность каждого усилителя уменьшается на 35%. Каждый усилитель (блок) работает на следующих лампах: 6Н7С— 2 шт. и 6П3С — 4 шт.

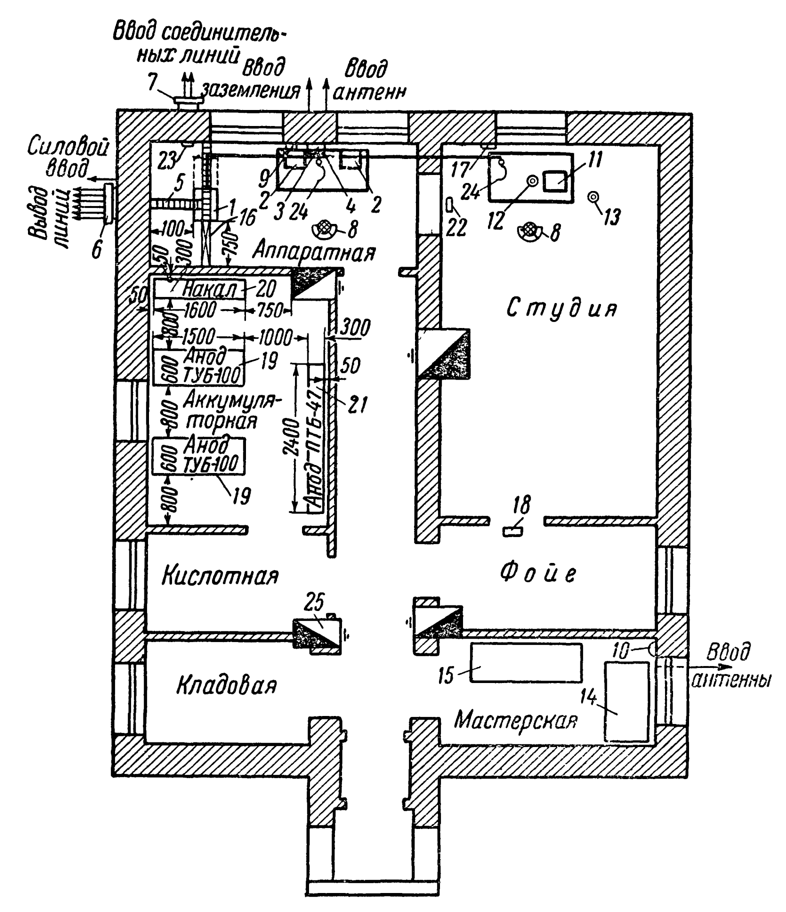
Панель аккумуляторов (шестая сверху) служит для переключения аккумуляторных батарей на работу и заряд или выключения их, что осуществляется расположенными на панели переключателями и выключателями. С задней стороны панели расположены контактные колодки, к которым подключают батареи.

Панель реостатов (седьмая сверху) содержит реостаты для регулирования тока заряда аккумуляторов. К четырехконтактной колодке с задней стороны панели подключают провода от генератора ЗДН-2500 (120 и 24 *в*), заряжающего аккумуляторы. При наличии сети постоянного тока вместо генератора можно присоединить провода сети. В верхней части панели размещены реостаты анодных и накальных батарей установки ТУБ-100. В нижней части панели размещены реостаты для регулирования тока заряда батарей.

Табло студии размещают в студии. Внутри табло помещены две лампочки, против которых с внешней стороны табло установлены цветные линзы и табличка с надписью о включении микрофона и звукоснимателя. По свечению той или другой лампочки определяют, подключен ли микрофон или звукосниматель.

Размещение оборудования. Примерное размещение оборудования станции узла показано на фиг. 142. В зависимости от предоставленного помещения могут быть и по-иному распределены комнаты для различного оборудования, например, часто студии не делают.

Как видно на фиг. 142, станция радиотрансляционного узла размещается в семи комнатах. В аппаратной установлена стойка ТУБ-100 и на столе дежурного — приемники (рабочий и запасной). В студии размещены микрофоны для речевых и музыкальных местных передач и патефон со звукоснимателем для передачи граммофонной звукозаписи. В аккумуляторной на стеллажах размещают аккумуляторные батареи. В мастерской производится ремонт оборудования узла и радиоаппаратуры.



Фиг. 142. Примерное размещение оборудования на станции радиотрансляционного узла.

1 — стойка ТУБ-100 (рядом пунктиром показано место для второй стойки); *2* — приемники ПТБ-47; *3* — щиток переключения антенн; *4* — щиток грозозащиты антенны; *5* — кабельный мостик (на котором укладывают кабели и провода); *6* — выводной кронштейн; *7* — вводной кронштейн, *8* — стул; *9* — телефонный аппарат; *10* — штепсельная розетка, соединенная с выходом ТУБ-100 (для проверки и ремонта громкоговорителей): *11* — патефон со звукоснимателем; *12* — динамический микрофон на малой стойке; *13* — динамический микрофон на большой переносной стойке; *14* — стол монтажника; *15* — стеллаж приносной аппаратуры (для ремонта); *16* — жолоб для прокладки проводов; *17* — плинт; *18* — транспарант студии (для сигнализации у входа в студию о том, что там происходит передача), *19* — стеллаж анодных аккумуляторов ТУБ-100; *20* — стеллаж накальных аккумуляторов; *21* — стеллаж анодных аккумуляторов приемников ПТБ-47; *22* — табло студии; *23* — грозоразрядник для телефонных линий; *24* — осветительная арматура; *25* — печь.

В стене между студией и аппаратной оборудовано контрольное окно для наблюдения за исполнителями. Студию располагают в здании так, чтобы она не выходила своими стенами (одной или двумя) в сторону шумной части участка. Для экономии проводов аккумуляторную желательно располагать в соседней с аппаратной комнате. Дверь аккумуляторной не должна выходить в аппаратную, чтобы вредные газы не попадали на аппаратуру.

В одной аккумуляторной нельзя размещать вместе кислотные и щелочные аккумуляторы.

Вывод воздушных линий наиболее удобно выполнять через стену на кронштейн. Если это сделать трудно, линии выводят через крышу на выводную стойку или кабелем на кабельный столб.

Аппаратная. Все оборудование узла расставляют так, чтобы оно было легко доступно для обслуживания, осмотра, замены выбывших из строя деталей. Стойку ТУБ-100 устанавливают на полу параллельно стене. Для подключения находящихся на столе приемников устанавливают колодку с зажимами, к которым подключают цепи выходов приемников, питания приемников и розетку для включения контрольного телефона.

Прокладку проводов в аппаратной осуществляют по так называемому кабельному мостику (мостик, на котором уложены кабели) и стенам. Кабельный мостик крепят на установленных на стене кронштейнах. Провода, идущие по стенам, крепят скобами. Соединение приемников, звукоснимателя и микрофонов с колодкой и зажимами выполняют шнуром. Провод заземления от ввода прокладывают по плинтусу до антенного щита мастерской и стойки ТУБ-100. От провода заземления делают отпайки ко всем элементам оборудования, подлежащим заземлению: стойке ТУБ-100, щитку грозозащиты антенны, приемникам, в студию и т. д.

Прокладку проводов из аккумуляторной до стойки ТУБ-100 делают в жолобе. Прокладываемые по кабельному мостику провода делят на две группы: в первую входят провода с низким электрическим уровнем, во вторую — все остальные. Провода каждой группы перевязывают в пакеты, укладывают на кабельный мостик и привязывают к его переплетам шпагатом. Провода первой группы укладывают по одной стороне кабельного мостика, провода второй — по другой стороне.

Студия. Наружные стены помещения студии должны обеспечивать необходимую звукоизоляцию помещения, в противном случае это помещение непригодно для студии. Отделяющие студию от аппаратной или фойе внутренние перегородки, в случае их непригодности могут быть заменены другими или усилены установкой параллельной или дополнительной перегородки. Если в предоставленном для студии помещении невозможно заделать наглухо окна, то необходимо улучшить их звукоизоляцию установкой рамы с тройными переплетами, а также устройством внутренних ставень, закрывающих окна во время передачи из студии.

Для лучшего звучания стены и потолки студии закрывают специальными звукопоглощающими щитами.

На стене крепят табло студии, сигнализирующее в студию о включении микрофона или звукоснимателя. На стене у стола диктора укрепляют плинт (колодку с зажимами), к которому с одной стороны подходят провода из аппаратной, а с другой — гибкие шнуры от микрофонов, звукоснимателя и табло студии.

Над входом в студию укрепляют световой транспарант с надписью «Тише, идет передача». На стене на полке крепят контрольный динамический громкоговоритель.

Аккумуляторная. Все деревянные и металлические части, а также стены и вентиляционные каналы покрывают кислото- или щелочеупорной краской. Пол желательно покрыть метлахской плиткой или асфальтом. Потолок должен быть оштукатурен цементным раствором. Вход в аккумуляторную должен иметь тамбур, т. е. двойные двери. При отсутствии специального помещения для работ с электролитом в аккумуляторной должна быть свободная площадь для этой цели. Вентиляция аккумуляторного помещения осуществляется через форточки.

Электропроводку в аккумуляторной выполняют кабелем, который при выходе из аккумуляторной в аппаратную замуровывают в стене. При выполнении проводки проводом его прокладывают по стенам на кронштейнах с изоляторами и при проходе через стену в аппаратную устанавливают проходной щиток.

В аккумуляторной устанавливают стеллажи, на которых размещают все аккумуляторы (кислотные или щелочные).

Комплект кислотных аккумуляторов: а) для двух батарей по 400 *в* и одной резервной группы 80 *в* — аккумуляторы 10-АС-12 напряжением по 20 *в* и емкостью 12 *ач*

в количестве 44 шт.; емкости двух батарей по 400 *в* достаточно при работе узла по 10 час. в сутки примерно на 2,5 суток; б) для двух батарей по 120 *в* и одной 40 *в* — аккумуляторы 10-АС-12 напряжением по 20 *в* и емкостью 12 *ач* в количестве 14 шт. с 2-суточным запасом емкости каждой батареи 120 *в* и 16-суточным батареи 40 *в*; в) для трех батарей в 6 *в* — в количестве 3 шт. примерно с 2,5-суточным запасом емкости трех батарей.

Комплект щелочных аккумуляторов: а) для двух батарей по 400 *в* и одной резервной группы — аккумуляторы 4НКН-10 напряжением по 5 *в* и емкостью 10 *ач* в количестве 176 шт.; запаса емкости двух батарей при 10-часовой работе узла хватает на 4 суток; б) для двух батарей по 120 *в* и одной 40 *в* — аккумуляторы 32-АКН-2,25 напряжением каждый по 40 *в* — 3 шт. и 64-АКН-2,25 напряжением по 80 *в* и емкостью 2,25 *ач* — 2 шт.; запас емкости для батарей 120 *в* — 8 суток, для батарей 40 *в* — 3,5 суток; в) для трех батарей по 6 *в* — аккумуляторные блоки типа 5НКН-100 напряжением по 6,25 *в* и емкостью 100 *ач* в количестве 3 шт. с 2-суточным запасом емкости.

Выводные и вводные устройства. Выход каждого блока оконечного усилителя подается на панель выходной коммутации и линейной защиты и далее на вводный кронштейн при воздушных линиях или по стене в траншею при подземных линиях.

Для ввода соединительных и телефонной линий снаружи на стене устанавливают стальной кронштейн на две траверзы.

Антенные сооружения состоят из Г-образной антенны, антенн типов «наклонный луч» и «вертикальный луч». Последнюю крепят через орешковые изоляторы к подъемному тросу Г-образной антенны.

На станции радиотрансляционного узла оборудуется заземление так же, как это было описано выше.

Обслуживание оборудования. При обслуживании установки ТУБ-100 необходимо придерживаться следующего порядка: 1) зарядить все требующие заряда аккумуляторы; 2) если позволяет число радиоточек на узле, включать на работу только один оконечный усилитель (в дальнейшем следует включать усилители попеременно); 3) включить и проверить вольтметром напряжение смещения; при включении смещения выключателем на панели усилителей должна загораться красная лампочка; 4) включить и проверить напряжение накала; при этом должна загореться зеленая лам-

почка включенного усилителя (блока); 5) включить одну из групп анодных аккумуляторов на работу; 6) проверить вольтметром анодное и экранное напряжения; 7) включить анодное и экранное напряжения на используемый блок выключателем на панели контроля и управления; 8) проверить установку переключателей линий на работу от требуемого напряжения; во время нормальной эксплуатации эти переключатели трогать нельзя, чтобы по ошибке не включить в абонентскую линию напряжения 120 *в*; переключатели необходимо устанавливать так, чтобы в случае одновременной работы обоих блоков нагрузка на них (число радиоточек) была приблизительно одинаковой; 9) в зависимости от расписания передачи установить переключатель рода работы на панели входной коммутации в соответствующее положение; 10) при передаче с микрофона необходимо за 3—4 мин. до начала передачи включить напряжение накала микрофонного усилителя; при передаче с приемников следует заранее настроить их; 11) отрегулировать по прибору на панели измерений (положение *Выход*) выходное напряжение и в дальнейшем следить, чтобы показание прибора на пиках передачи не превышало 30 *в*.

Усилительное устройство ТУБ-100-2. Взамен устройства ТУБ-100 промышленность выпустила улучшенную аппаратуру ТУБ-100-2, которая также питается от аккумуляторов.

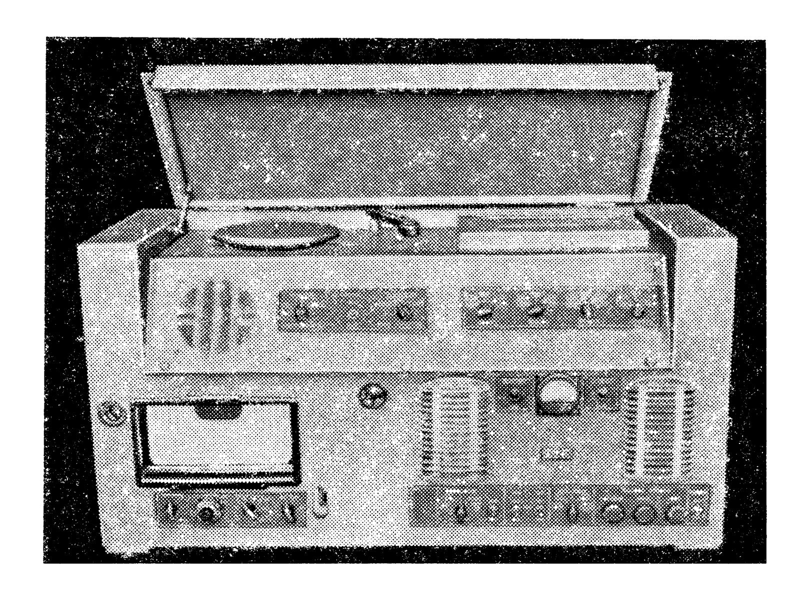
В усилительном устройстве ТУБ-100-2 применены следующие лампы: 6Н9С — 5 шт., 6П3С — 8 шт., 5Ц4С — 6 шт. Устройство собрано на стойке из угловой стали, высота которой 195 *см*, ширина 57,5 *см* и глубина 34 *см*. Детали размещены на шести панелях: 1) входной коммутации и линейной защиты; 2) измерительной; 3) управления и контроля; 4) предварительного усилителя; 5) аккумуляторов; 6) реостатов. Назначение панелей — то же, что и панелей устройства ТУБ-100. Вся стойка закрывается сзади одним съемным открывающимся при необходимости кожухом.

Размещение оборудования ТУБ-100-2 и общая эксплуатация его соответствуют описанным выше для аппаратуры ТУБ-100.

ОБОРУДОВАНИЕ СТАНЦИИ КОЛХОЗНОГО РАДИОУЗЛА МОЩНОСТЬЮ 100 *вт* С ПИТАНИЕМ ОТ ЭЛЕКТРОСЕТИ

Для станций 100-ваттных радиотрансляционных узлов с питанием переменным током применяется аппаратура МГСРТУ-100М (малогабаритная сетевая радиотрансляцион-

ная установка мощностью 100 *вт* модернизированная), рассчитанная на подключение к ней до 400 радиоточек. Установка (фиг. 143) позволяет вести трансляцию радиовещания, передачу граммофонной записи и местную передачу с



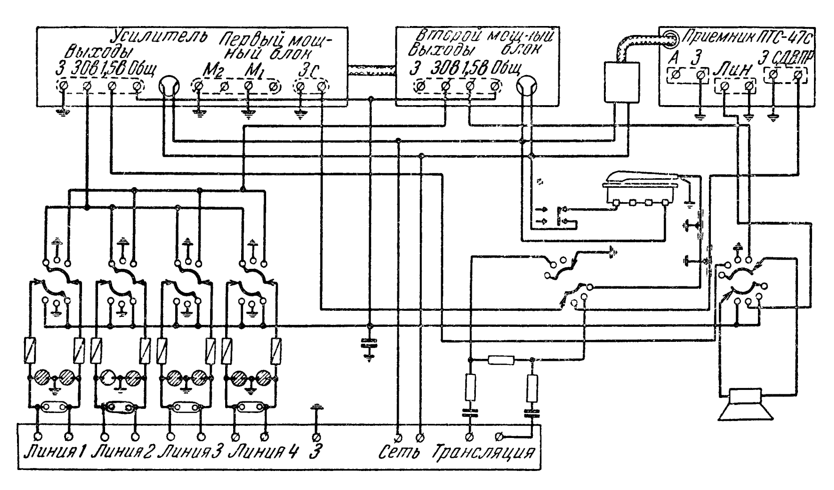
Фиг. 143. Аппаратура МГСРТУ-100М.

микрофона или соединительной (телефонной) линии. Схема аппаратуры МГСРТУ-100М показана на фиг. 144.

Аппаратура (установка) имеет два усилительных блока по 50 *вт* и рассчитана на питание от сети переменного тока 110, 127 или 220 *в*. В установке, кроме усилительных блоков, размещены: радиоприемник типа ПТС-47, граммофонный двигатель со звукоснимателем, контрольный громкоговоритель, выходное коммутационное устройство и устройство линейной защиты, содержащее грозоразрядники и предохранители для четырех линий.

Усилитель имеет три входа: два микрофонных, предназначенных для студийных передач, и один звукоснимателя, на который в зависимости от положения переключателя *Вход усилителя* подается напряжение н. ч. с приемника, звукоснимателя или трансляционной линии.

Переключатель на пять положений, расположенный в середине на нижней панели, позволяет менять тембр передачи. При передаче музыки через местный микрофон переключатель устанавливают в положение «*Муз-микр*». При передаче граммофонной записи музыкальных произведений переключатель ставят в положение «*Муз-грам*». Для прослушивания граммофонной записи на мощные громкоговорители используют положение «*Грамм-оркестр*». При передаче речи с микрофона используют положение «*Речь-микр*».



Фиг. 144. Схема аппаратуры МГСРТУ-100М.

При передаче речевой граммофонной записи используют положение «*Речь-грам*».

Наличие трех отдельных регуляторов громкости на каждом входе усилителя позволяет плавно переходить с одной передачи на другую или производить смешивание передач.

Измерительный прибор позволяет измерять: токи ламп выходных каскадов, напряжение на выходе первого и второго мощных блоков, напряжение питающей сети переменного тока. Соответствующее измерение производится с помощью переключателя в нижней части прибора.

При помощи двух расположенных рядом переключателей в нижней части передней панели можно включать и выключать питание отдельно каждого мощного блока. Питание же накала предварительного усилителя осуществляется от силового трансформатора первого мощного блока. Для подключения к установке элекропитания служит шнур,

оканчивающийся обычной штепсельной вилкой. Переключатель *Контроль передачи* (в верхней части панели слева) включает контрольный громкоговоритель на выход приемника или каждого из мощных блоков. Включатель *Мотор* служит для запуска или остановки граммофонного двигателя. Переключатель *Вход усилителя* служит для подключения того или другого источника программы. Линейные переключатели (справа вверху) позволяют каждую из четырех радиотрансляционных линий подключить к усилителю или заземлить.

Аноды ламп мощного двухтактного каскада питаются нефильтрованным выпрямленным током, так как двухтактный каскад мало чувствителен к пульсациям анодного напряжения. Аноды ламп каскадов предварительного усиления и экранные сетки мощного усилителя питаются через сглаживающий фильтр, состоящий из дросселя и двух конденсаторов.

В усилителе имеется контрольный прибор. Он дает возможность измерять: токи оконечных ламп, анодное напряжение, выходное напряжение, напряжение сети переменного тока.

Переключение цепей на любое из перечисленных выше измерений осуществляется переключателем. Контрольные лампочки 6,3 *в* сигнализируют о включении блоков установки.

Для ограничения пиков выходного напряжения с целью защиты ламп мощных усилительных ступеней и выходных трансформаторов от пробоя параллельно половинам первичных обмоток обоих выходных трансформаторов включены неоновые разрядники.

Схема второго блока (приставки) подобна схеме выходного каскада основного блока. Анодные цепи питаются от выпрямителя приставки, работающего на двух лампах 5Ц4С. Экранные сетки оконечного каскада питаются через соединительную фишку от выпрямителя основного блока, работающего на лампе 5Ц4С.

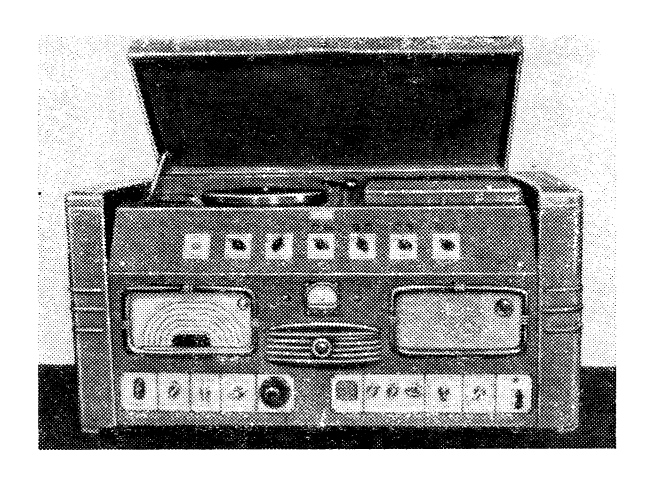
Установку МГСРТУ-100М размещают на столе в светлом сухом помещении.

Оборудование наружных устройств установки МГСРТУ-100М ничем не отличается от оборудования установок, описанных выше.

Обслуживание установки. После включения аппаратуры по контрольному прибору проверяют токи каждого мощного блока, которые должны быть равны до 100 *ма* при

выведенных регуляторах громкости, и анодное напряжение (должно быть равно около 400 *в*). Для ведения передачи с радиоприемника его настраивают на требуемую станцию. Настройку приемника можно вести либо на телефонные трубки, либо на контрольный громкоговоритель.

Для этого переключатель *Контроль передачи* ставят в положение *Прием* и регулятором громкости приемника устанавливают громкость, достаточную для настройки на станцию. Переключатель *Вход усилителя* устанавливают в поло-



Фиг. 145. Аппаратура ТУ-100.

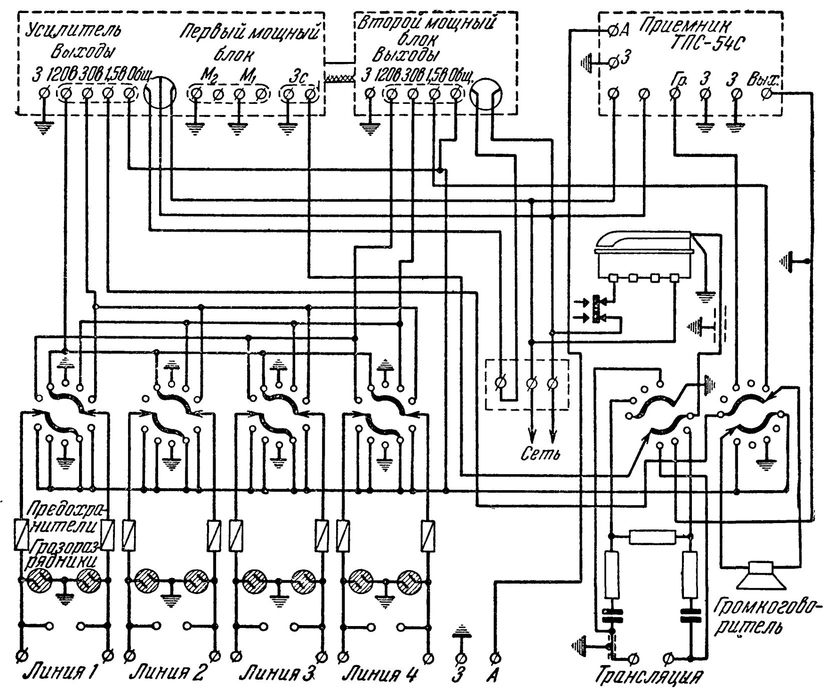
жение *Радио*, и регулятором громкости *грамрадио* устанавливают по контрольному прибору такое напряжение на выходе, при котором стрелка на пиках достигает закрашенного участка шкалы. Качество звучания проверяется по контрольному громкоговорителю. При ведении передачи граммзаписи или с линии переключатель *вход усилителя* устанавливается в соответствующее положение.

Наличие двух блоков позволяет в случае небольшого числа радиоточек на радиоузле (до 200) подключать их только к одному мощному блоку, оставляя второй невключенным. Этим достигается экономия электроэнергии, ламп и деталей.

Взамен аппаратуры МГСРТУ-100М промышленность организовала выпуск аппаратуры ТУ-100.

Аппаратура ТУ-100 (фиг. 145) отличается от описанной в основном тем, что имеет новый, значительно улучшенный

приемник ПТС-54С, а также дополнительный выход на напряжение 120 *в*. Схема аппаратуры ТУ-100 показана на фиг. 146.



Фиг. 146. Схема аппаратуры ТУ-100.

ОБОРУДОВАНИЕ СТАНЦИИ РАДИОУЗЛА МОЩНОСТЬЮ 500 *вт*

Распространенным усилительным оборудованием мощных сельских радиотрансляционных узлов является устройство типа ТУ-500. Узел, оборудованный этим устройством в электрифицированном населенном пункте, содержит следующее основное оборудование: 1) радиоприемники ПТС-47; 2) усилительное устройство ТУ-500; 3) антенны и заземление; 4) распределительный щит.

Если станция узла установлена в неэлектрифицированном пункте, то для электропитания приемно-усилительных устройств служит собственная электростанция, которая отличается от электростанции для 100-ваттного узла лишь типом оборудования.

Усилительное устройство ТУ-500-3. Оно имеет мощность на выходе 425 *вт*, что дает возможность включать до 850 радиоточек.

Вся аппаратура питается переменным током напряжением 110 или 220 *в*. Аппаратура позволяет вести передачу с микрофона (из студии), транслировать радиопередачу с приемника, передавать граммофонную запись, транслировать передачи, поступающие с телефонной линии (например, из клуба, театра и т. п.). Устройство ТУ-500-3 рассчитано на подключение восьми радиотрансляционных линий и имеет следующие основные электрические данные: 1) выходная мощность 425 *вт* на лампах ГМ-70 (М-470) и 300 *вт* на лампах ГКЭ-100; 2) напряжение на выходе 30 *в* для абонентских линий и 60, 120 или 240 *в* — для фидерных; 3) средняя потребляемая мощность от электросети 1 200 *вт*; 4) полоса воспроизводимых частот 80—8 000 *гц* при неравномерности ±3 *дб*; 5) коэффициент нелинейности на частоте 1 000 *гц* — не более 5%.

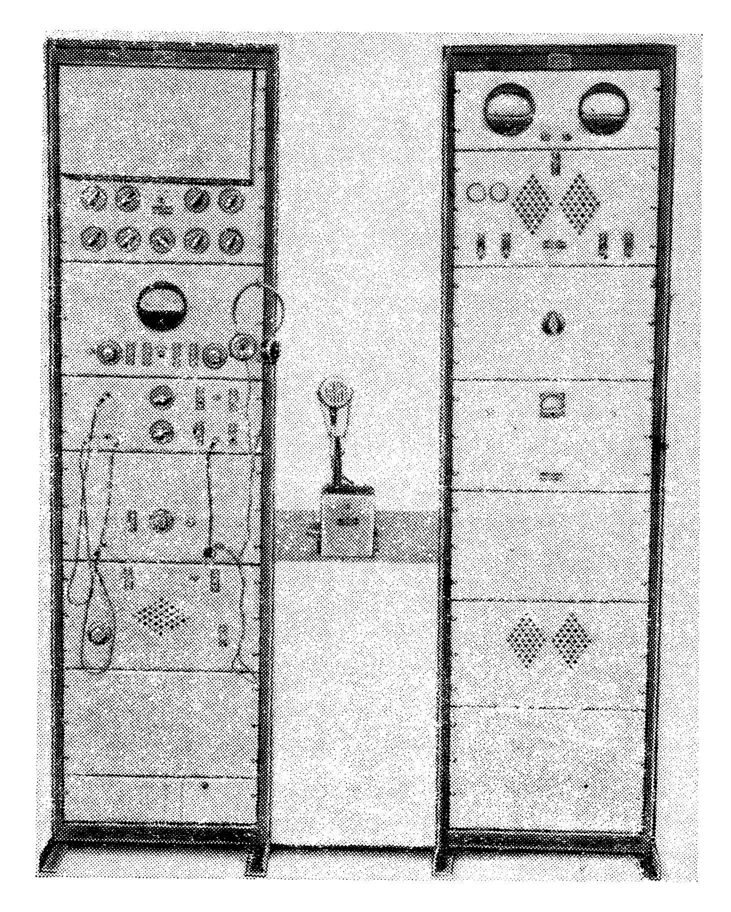
Конструктивно устройство ТУ-500-3 состоит из стойки предварительного усилителя и коммутации (СПК), стойки мощного и предоконечного усилителей (СДМ) и пульта студии (фиг. 147). Высота каждой стойки 2 *м*, ширина 53 *см* и глубина 25 *см*.

Стойка предоконечного и мощного (оконечного) усилителей (СДМ). Эта стойка, помимо мощного и предоконечного усилителя, содержит также защитные устройства и систему переключений питающих цепей. На стойке имеется семь панелей.

Питающее аппаратуру напряжение подается рубильником на автотрансформатор, который позволяет поддерживать его равным 220 *в* при колебаниях напряжения сети от 170 до 235 *в*. Если аппаратура подключена к сети 110 *в*, то это напряжение поддерживается при помощи автотрансформатора постоянным при колебаниях напряжения питающей сети от 60 до 125 *в*. Напряжение регулируют вращением ручки, смонтированной на панели автотрансформатора и выходного трансформатора.

На двух нижних панелях размещен выпрямитель мощного каскада, который включается двумя рубильниками (справа) на панели ламп мощного каскада. Сначала включают рубильник «Накал» и лишь после разогрева газотронов можно включить рубильник «Анод». Эти два рубильника спарены так, что нельзя включить анодное напряжение раньше напряжения накала. Также невозможно выклю-

чить накал раньше анодного напряжения. При включении накала загорается зеленая сигнальная лампочка, а при включении анодного напряжения — красная (на панели измерительных приборов).



Фиг. 147. Трансляционное устройство ТУ-500-3: слева — стойка СПК, справа — стойка СДМ, в середине — пульт студии с микрофоном.

Слева на панели приборов смонтирован прибор, измеряющий анодное напряжение и анодный ток мощного каскада. По правому прибору на панели приборов регулируют напряжение сети, вращая переключатель автотрансформа-

тора. Прибором, расположенным на панели предоконечного усилителя, измеряют анодный ток предоконечного усилителя.

Стойка предварительного усиления и коммутации (СПК). Стойка СПК содержит предварительный усилитель, систему линейных переключений и защиты, контрольно-измерительное устройство и контрольный громкоговоритель.

В расположенном на четвертой сверху панели предварительном усилителе первый каскад используют только для усиления передачи, поступающей с электродинамического микрофона. Пьезоэлектрический микрофон или звукосниматель подключают ко второму каскаду (гнездо *Вход*). Мощность предварительного усилителя достаточна для питания двух стоек СДМ.

Панель коммутации и защиты имеет грозозащитные устройства и предохранители для каждой из восьми радиотрансляционных линий. Линейные предохранители устроены так, что при перегорании хотя бы одного из них загорается лампочка *Авария линии*. Сгоревший предохранитель определить легко — у него опускается белый стерженек. Переключателем *Контроль линии* можно подключать контрольный громкоговоритель к любой линии за предохранителем. При этом ключ *Включение динамика* на панели громкоговорителя ставят в положение *Контроль линии*.

Восемь переключателей на верхней панели позволяют каждую линию включить в одно из следующих положений: 1) линия подключена к первой стойке СДМ; 2) линия подключена ко второй стойке СДМ; 3) линия подключена к панели измерений; 4) оба провода линии заземлены; 5) линия отключена и разомкнута.

Переключение входных (телефонных) линий, с которых на узел поступает программа, осуществляется шнурами со штепселями. При работе, например, первой входной линии один штепсель шнура вставляют в гнездо *Выход линии*, а другой штепсель — в гнездо *Вход* на панели усилителя.

Прибор на панели измерений позволяет производить: 1) измерения изоляции линии и посторонних сопротивлений в пределах 100—100 000 *ом*; 2) измерения сопротивлений линий переменному току на частоте 400 *гц* в пределах 10—100 *ом* (первая шкала) и 100—1 000 *ом* (вторая шкала); 3) измерения напряжений звуковой частоты (в пределах до 100 *в*) в различных цепях усилителя.

На панели управления имеются также ключи входа двух мощных блоков (усилителей). Рядом с этими ключа-

ми смонтированы гнезда для контроля на телефон входа стоек СДМ и ключи для включения всей аппаратуры. При включении одного из этих ключей загорается сигнальная лампочка на пульте студии.

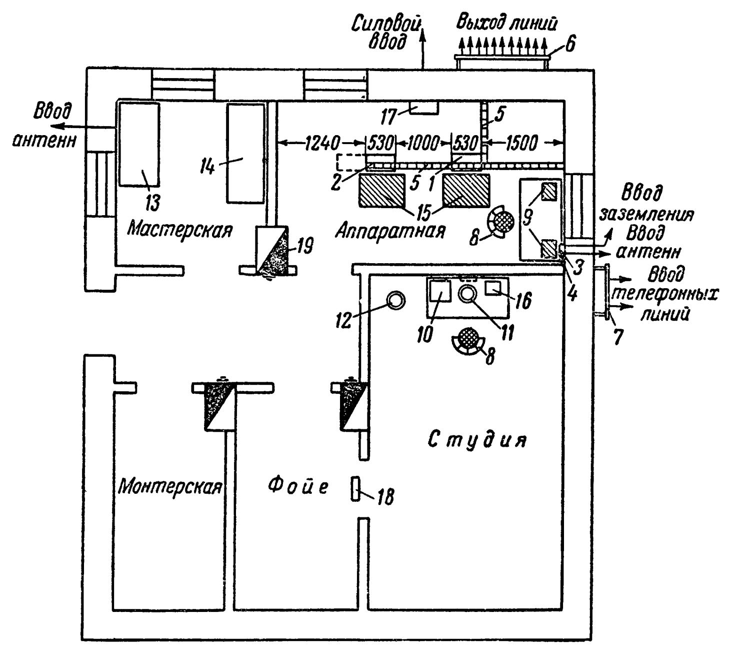
На панели звукового контроля смонтированы регулятор громкости контрольного громкоговорителя и гнездо для включения контрольного телефона.

Пульт студии. Устанавливаемый в студии пульт представляет собой небольшой настольный ящик с наклонной панелью, на которой смонтированы ключ и сигнальная лампочка. Лампочка сигнализирует о готовности аппаратуры к работе, а ключ служит для включения микрофона или звукоснимателя.

Размещение и монтаж оборудования. Размещение и монтаж оборудования станции 500- и 100-ваттных радиотрансляционных узлов незначительно отличаются друг от друга. Один из возможных вариантов размещения оборудования узла показан на фиг. 148.

Обслуживание оборудования. Включение аппаратуры ТУ-500-3 производят в следующем порядке: 1) включают рубильник *Осн. фидер* на стойке СДМ; 2) включают рубильник *Накал*; при этом должна загореться зеленая сигнальная лампочка на панели приборов; 3) вращая ручку переключателя автотрансформатора, устанавливают питающее напряжение так, чтобы стрелка вольтметра находилась в пределах красной черты; в этом положении стрелку надо поддерживать все время работы узла; 4) проверяют анодные токи ламп предоконечного усилителя; лампы надо подбирать так, чтобы эти токи были равны, что будет иметь место в том случае, когда во всех положениях переключателя миллиамперметра стрелка его показывает одну и ту же величину; 5) ключом *Вкл. ВУС* на панели звукового контроля включают выпрямитель предварительного усилителя; одновременно с этим включаются и приемники; включают накал ламп предварительного усилителя, устанавливая ключ *Накал усилителя* в верхнее положение; при этом на панели предварительного усилителя загорается сигнальная лампочка; 6) настраивают приемник и подключают его к усилителю, устанавливая ключ на панели предварительного усилителя в положение, соответствующее этому приемнику (*1 пр.* или *2 пр.*); 7) проверяют выход предварительного усилителя на телефон, включая его штепсель в гнездо «Выход» на панели предварительного усилителя, или на громкоговоритель, устанавливая переключатель *Контроль*

в положение *Предв. ус.*, и на прибор (импульсметр), устанавливая переключатель *Уровень* в положение *Предв. ус.*; 8) выдерживают газотроны под напряжением накала 10 мин. (в случае, если в аппаратной холодно, а также для новых газотронов, впервые включаемых, — 30 мин.) и лишь после этого включают рубильник *Анод*; при этом заго-



Фиг. 148. План расположения станционного оборудования 500-ваттного радиотрансляционного узла.

1 — стойка СПК; *2* — стойка СДМ; *3* — щиток антенных переключателей; *4* — щиток грозозащиты антенн; *5* — кабельный мостик; *6* — выводной кронштейн; *7* — вводной кронштейн; *8* — стул дежурного техника; *9* — приемник ПТС-47; *10* — граммофонное устройство; *11* — микрофон; *12* — большая переносная стойка для микрофона; *13* — стул монтажника; *14* — стол переносной аппаратуры; *15* — резиновые коврики; *16* — пульт студии; *17* — силовой щит; *18* — транспарант студии; *19* — печка.

рается красная сигнальная лампочка на панели приборов; 9) проверяют анодное напряжение и анодные токи ламп мощного каскада; лампы должны быть подобраны так, чтобы во всех положениях переключателя амперметра стрелка его оставалась на одном месте; 10) контролируют выход оконечного каскада; для проверки на громкоговоритель переключатель *Контроль* на панели управления ставят в положение *1 блок* или *2 блок*, а ключ громкогово-

рителя на панели управления — в положение *ПУ*. Для проверки на прибор переключатель *Уровень* на панели управления ставят в положение *1 блок*; 11) устанавливая переключатель каждой линии в положение *1 блок* или *2 блок*, подключают линии к усилителю; 12) проверяют работу усилителя за линейными предохранителями, устанавливая ключ громкоговорителя на панели звукового контроля в положение *Контроль линии*, а переключатель *Контроль линии* на панели коммутации и защиты — на соответствующую линию.

Выключают аппаратуру в обратном порядке: сначала выключают рубильник *Анод*, а затем — *Накал*.

ОБОРУДОВАНИЕ СТАНЦИИ РАДИОУЗЛА МОЩНОСТЬЮ 600 *вт*

Взамен усилительного устройства ТУ-500 промышленность выпускает аппаратуру ТУ-600 мощностью 600 *вт*, рассчитанную на подключение 1 200 радиоточек. Аппаратура ТУ-600 позволяет вести передачу с микрофона, передачу граммзаписи, трансляцию с радиоприемника, трансляцию передачи, поступающей по соединительной линии.

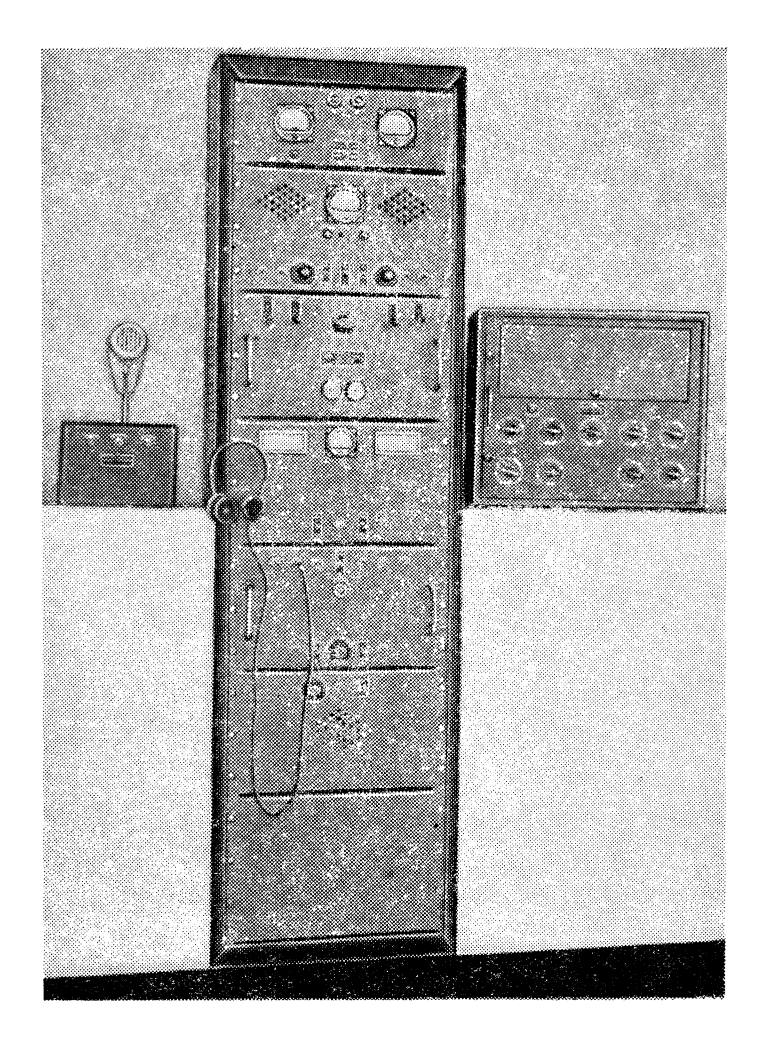
Питание аппаратуры производится от сети переменного тока 220 *в*. Для питания от сети другого напряжения к усилителю придается автотрансформатор 110—127/220 *в*. Усилитель снабжен автотрансформатором, при помощи которого поддерживается номинальное напряжение при колебаниях в сети от 160 до 240 *в*. Аппаратура потребляет от сети в среднем около 1 300 *вт*.

Аппаратура ТУ-600 состоит из стойки усилителя (фиг. 149), пульта студии, настенного щитка выходной коммутации, микрофона и эксплуатационного запасного имущества. Приемники приобретаются отдельно.

Стойка усилителя содержит восемь панелей: измерительных приборов, измерительную, силовую, предоконечного усилителя, предварительного усилителя, газотронов, мощного выпрямителя и укрепленную сзади на стойке панель мощных ламп.

Панель предварительного усилителя соединена со всей схемой через разъемные колодки. Это облегчает доступ к монтажу для проверки или ремонта аппаратуры.

На лицевой стороне щитка расположены восемь переключателей фидерных линий, переключатель для подключения первых трех фидеров к резервному усилителю, сигнальная лампочка аварии линии, кнопка выключения звон-



Фиг. 149. Внешний вид аппаратуры ТУ-600: слева — пульт студии с микрофоном; справа — щиток выходной коммутации.

ка и два гнезда контроля выхода основного и резервного усилителей.

Усилитель снабжен контрольными приборами, измеряющими: а) напряжение сети переменного тока; б) напряжение переменного тока после автотрансформатора; в) анодное напряжение оконечного каскада; г) анодные токи око-

нечного каскада; д) напряжение смещения на сетках ламп оконечного каскада; е) анодные токи предоконечного каскада; ж) анодный ток 5-го каскада.

Приборы измерительной панели позволяют измерять: входное сопротивление фидерных линий на частоте 400 *гц*, сопротивление изоляции фидерных линий, напряжение на выходе усилителя, внешнее полное сопротивление переменному току на частоте 400 *гц* в пределах 30—3 000 *ом*, внешнее активное сопротивление в пределах 250—250 000 *ом*, напряжение внешнего источника тока звуковой частоты от 10 до 150 *в*.

Система сигнализации указывает на: а) включение предварительного усилителя; б) включение накала газотронов; в) включение анодного напряжения оконечного каскада; г) готовность к работе всего микрофонного тракта; д) включение микрофона или звукоснимателя в студии; е) перегорание предохранителя фидерной линии — сигнальной лампочкой и электрическим звонком.

Электрическая блокировка обеспечивает при открывании дверцы шкафа усилителя: а) отключение основной и резервной сетей переменного тока; б) отключение нагрузки усилителя; в) разряд конденсатора фильтра высоковольтного выпрямителя.

Щиток выходной коммутации (выходной распределительный щиток) обеспечивает независимое включение, выключение, переключение на резервный усилитель и измерение сопротивления изоляции и входного сопротивления на частоте 400 *гц* восьми фидерных линий.

Фидерный трансформатор мощностью 200 *ва*, установленный в выходном щитке, обеспечивает получение напряжений 60, 90, 180, 240 и 360 *в* для питания фидеров. На лицевой панели пульта студии расположены: переключатель *Звукосниматель — выкл. — микрофон* и три сигнальные лампочки.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО РАДИОУЗЛА ТУ-5

Для наиболее мощных сельских радиотрансляционных узлов, обслуживающих нередко территорию целого района, применяют усилительное устройство ТУ-5. Оконечный усилитель этого устройства отдает мощность 5 *квт*, чего достаточно для питания радиотрансляционной сети на 10 000 радиоточек. Все устройство ТУ-5 состоит из шкафа с мощным усилителем и выпрямителем и стойки предоконечного

усилителя. Потребляемая мощность при наиболее громком сигнале равна 14 *квт.*

Устройство ТУ-5 снабжено всеми необходимыми измерительными приборами для контроля его работы и измерений линий. Обслуживание его почти не отличается от обслуживания 500-ваттного оборудования. Оборудование станции 5-киловаттного узла также мало отличается от оборудования станции 500-ваттного узла.

СОВМЕЩЕННАЯ КИНОРАДИОУСТАНОВКА

В нашей стране наряду с радиофикацией бурно развивается и кинофикация. Число звуковых киноустановок в стране в ближайшие годы должно быть увеличено во много раз. При этом значительная часть всех киноустановок будет работать в колхозах, совхозах и МТС, в клубах рабочих поселков. Потребуется много квалифицированных специалистов и достаточно сложной и дорогой аппаратуры для оборудования и обслуживания киноустановок и радиотрансляционных узлов.

Обычно киноустановки и радиоузлы оборудуются независимо друг от друга, различной аппаратурой и в разных помещениях и обслуживаются каждая своим техническим персоналом. Однако самая сложная часть каждой киноустановки и радиоузла — усилительная аппаратура — может быть сделана общей. Энергобаза для электропитания того и другого оборудования при отсутствии местной электросети также может быть одной и той же. Поэтому весьма целесообразно совместить оборудование для кино и радио в одной установке. Такое совмещение имеет ряд преимуществ:

1. За счет снижения стоимости комплекта оборудования можно сделать большее количество установок при тех же общих затратах.

2. Сокращается обслуживающий персонал, так как совмещенную кинорадиоустановку может обслуживать один и тот же работник.

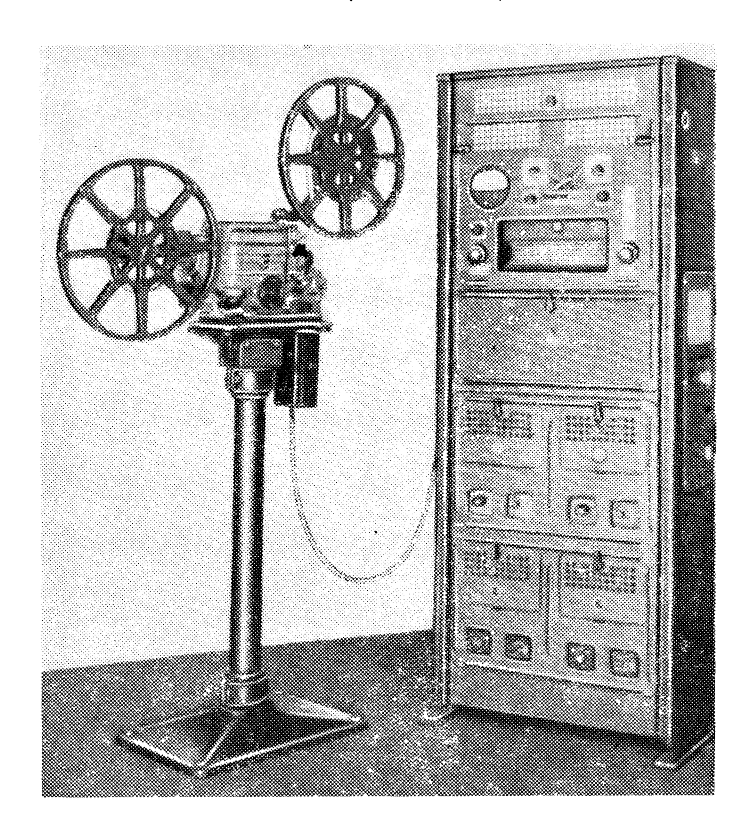
3. Удешевляются оборудование и монтаж аппаратных помещений, которые объединяются.

4. Исключается необходимость иметь две энергобазы отдельно для киноустановки и радиоузла.

5. Повышаются надежность действия и срок службы оборудования благодаря большей возможности поручить обслуживание совмещенного оборудования более квалифицированному работнику и др.

Учитывая большие преимущества совмещенных кинорадиоустановок, промышленность начала выпуск одной из таких установок типа СКРУ-100 (фиг. 150).

В состав комплекта СКРУ-100 входят:



Фиг. 150. Совмещенная кинорадиоустановка СКРУ-100: слева — кинопроектор, справа — шкаф с приемно-усилительным устройством.

1. Шкаф, содержащий четыре усилительных блока с выходной мощностью по 25 *вт* (каждый с индивидуальным выпрямителем), панель входной коммутации с двумя предварительными усилителями, радиоприемником «Балтика» и контрольными вольтметрами; панель электропроигрывателя граммофонных пластинок; панель питания с регулировочным автотрансформатором (расположена с правой бо-

ковой стороны шкафа). Кроме того, в верхней части шкафа установлены контрольный громкоговоритель и микрофонный усилитель.

2. Узкопленочный кинопроектор «Украина» на колонке с укрепленным на последней фотокаскадом (первым каскадом усиления напряжений н. ч., возникающих в цепи фотоэлемента). К проектору прилагается моталка для перемотки кинофильмов, 600-метровая бобина для кинопленки, пресс для склейки пленки и другие принадлежности.

3. Силовой щиток с выключателями и предохранителями.

4. Линейный распределительный щиток для подключения радиотрансляционных линий с предохранителями и грозоразрядниками.

5. Электродинамический микрофон.

6. Свертывающийся киноэкран размером $2{,}6 \times 1{,}9$ *м*.

7. Громкоговоритель зала.

8. Уличный громкоговоритель Р-10.

9. Тестер ТТ-1 для контроля режима аппаратуры и проверки линий и телефон с оголовьем.

10. Комплект рабочих и запасных ламп, предохранителей и других деталей.

11. Комплект соединительных проводов (шлангов) к аппаратуре.

Применяемая для демонстрации кинофильмов узкая пленка имеет существенные преимущества по сравнению с широкой: она негорюча и легка. Благодаря этому облегчаются условия доставки кинофильмов и не требуется специальных противопожарных мер, что дает возможность устанавливать оборудование практически в любом помещении.

Установка СКРУ-100 обеспечивает передачу программ от любого из пяти следующих источников входного сигнала: фотокаскада кинопроектора, радиоприемника, микрофона, звукоснимателя и линии, по которой осуществляется передача программы из другого места (например, из клуба, с колхозного стадиона и т. п.).

Вход каждого из четырех оконечных усилителей может подключаться к выходу любого предварительного усилителя.

При одновременной передаче основной программы радиотрансляции и звуковоспроизведения кинофильма или любой другой парной комбинации программ для программы, требующей большей мощности, можно использовать

три оконечных усилителя и только один включать для звуковоспроизведения кинофильма.

При передаче одной программы один из предварительных усилителей может быть выключен.

Установка содержит отдельный микрофонный усилитель на лампе 6Ж7. Накал этой лампы питается выпрямленным током от селенового выпрямителя, который одновременно служит для питания лампы просвечивания фонограммы звуковой части кинопроектора. Анодная и экранная цепи лампы микрофонного усилителя питаются от выпрямителей оконечных усилителей СКРУ-100. Фотокаскад кинопроектора содержит однокаскадный фотоэлектронный умножитель ФЭУ-2 (прибор, преобразующий световые колебания в электрические) с пентодом 6Ж7.

Напряжение на вход предварительного усилителя снимается с детектирующей лампы приемника «Балтика» (низкочастотная часть приемника используется только для усиления сигнала на контрольный громкоговоритель при настройке приемника). В качестве контрольного громкоговорителя используется громкоговоригель приемника.

Каждый предварительный усилитель содержит две лампы 6Ж7. В случае, если на вход предварительного усилителя будет подано напряжение н. ч., превышающее допустимое даже при установке основного регулятора усиления в минимальное положение, оконечные усилители окажутся перегруженными. Это отмечается неоновыми лампами, включенными на выходы оконечных усилителей. При этом напряжение сигнала, поступающего от соответствующего источника, должно быть снижено имеющимися на них установочными регуляторами. Этим самым ликвидируется перегрузка входа предварительного усилителя.

Регулятор усиления объединен с выключателем. При установке ручки регулятора в крайнее левое положение выключатель разрывает цепь входа второго каскада предварительного усилителя.

Анодные и экранные цепи ламп предварительных усилителей питаются от выпрямителя любого из четырех оконечных усилителей.

Подача на фотокаскад анодного напряжения осуществляется через сглаживающий фильтр, находящийся в предварительном усилителе.

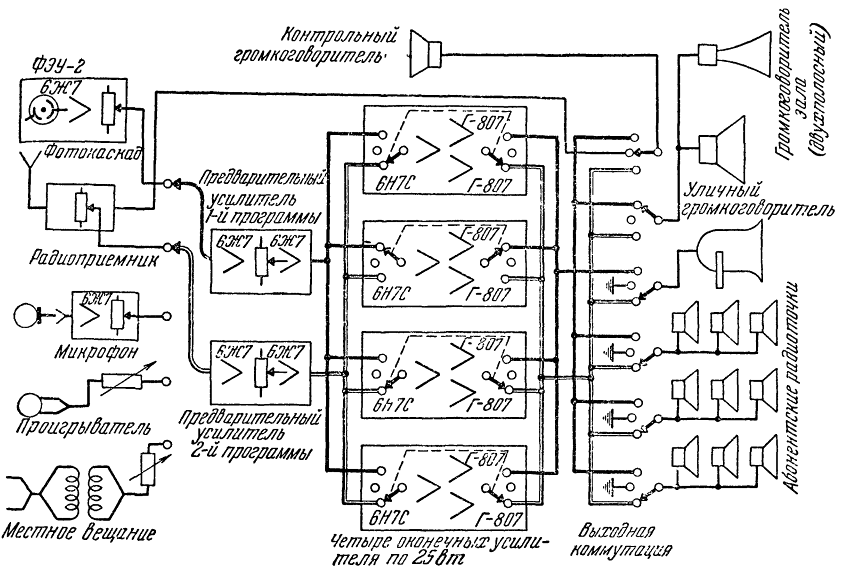
Каждый оконечный усилитель содержит выходной двухтактный каскад с двумя лучевыми тетродами Г-807, предоконечный и фазоинверсный каскад с двойными триодами

6Н7С и двухполупериодный выпрямитель питания анодных цепей с кенотроном 5Ц3С.

Оконечный усилитель охвачен отрицательной обратной связью.

Напряжение обратной связи передается с обмотки выходного трансформатора в цепь катода лампы предоконечного каскада.

Универсальный электропроигрыватель граммофонных пластинок, применяемый в установке СКРУ-100, имеет две



Фиг. 151. Схема совмещенной кинорадиоустановки СКРУ-100.

скорости вращения диска и позволяет проигрывать как обыкновенные пластинки со скоростью 78 об/мин, так и долгоиграющие пластинки со скоростью 78 и 33,3 об/мин.

Проигрыватель имеет легкий пьезоэлектрический звукосниматель с перемещающимся в тонарме грузиком, позволяющим изменять давление иглы при проигрывании обычных и долгоиграющих пластинок.

Для питания стойки требуется переменный ток 127 или 220 *в*. Регулятор напряжения сети позволяет поддерживать нормальный режим аппаратуры при колебаниях питающего напряжения 127 *в* в пределах 65—140 *в* и напряжения 220 *в* в пределах 150—230 *в*. Наибольшая мощность, потребляемая комплектом СКРУ-100 от сети при одновремен-

ной работе кинопроектора, всех усилителей и радиоприемника, не превышает 1 100 *вт.*

При отсутствии сети переменного тока для электропитания аппаратуры применяется собственная электростанция (энергобаза), с двигателем, приводящим во вращение генератор переменного тока. Для оборудования электростанции может быть применен, например, готовый комплект электростанции типа ПЭС-4,5 с нефтяным двигателем мощностью 9 *л. с.*

Радиотрансляционная сеть кинорадиоустановки ничем не отличается от обычной сети любого радиотрансляционного узла и может состоять в зависимости от местных условий из воздушных или подземных линий (см. гл. 9).

ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ОБОРУДОВАНИИ РАДИОУЗЛОВ

Наиболее часто встречающиеся повреждения в радиоаппаратуре — это нарушения электрического контакта и обрывы проводов. Нарушения контактов обычно получаются в результате отламывания проводника у места его припайки, а также вследствие загрязнения и окисления соприкасающихся поверхностей (в ключах, переключателях и т. п.). Обрывы чаще всего получаются в шнурах у мест присоединения к штепселю.

Нахождение неисправности в коммутационных устройствах не представляет затруднений: имея под руками схему устройства, надо омметром последовательно проверить отсутствие разрыва электрических цепей и в первую очередь тех из них, которые проходят через ключи, переключатели и другие подобные разрывающиеся при работе контакты. При проверке, конечно, аппаратура должна быть обесточена. При отсутствии омметра исправность цепи можно определить пробником или электрической лампочкой с батарейкой, например, от карманного фонаря: при исправной цепи включенная в нее последовательно лампочка должна гореть.

Когда неисправная цепь найдена, для определения места повреждения в ней надо присоединить омметр (или лампочку с батарейкой) одним концом к середине неисправной цепи, а другим — сначала к одному концу цепи, а затем — к другому и узнать, в какой половине цепи произошла неисправность. Далее, оставшуюся половину цепи с неисправностью делят опять пополам либо, если цепь

небольшая, сразу проверяют ее контакты, подключая параллельно к каждому контакту омметр. При подключении к неисправному контакту стрелка омметра либо совсем не дает отклонения, либо показывает большое сопротивление. Для восстановления контакта надо очистить соприкасающиеся поверхности или произвести соответствующую пайку.

Прежде чем приступать к отысканию повреждений в неработающем усилителе, надо убедиться в том, что электропитание подается нормально и предохранители и лампы целы и надежно включены. Перегорание предохранителей и ламп — наиболее часто встречающаяся неисправность. Перегоревший предохранитель легко выявить при внешнем осмотре: перегоревшая стеклянная лампа при включении питания не светится, а металлическая — остается холодной.

Общий метод отыскания повреждений в мощных и предварительных усилителях станционного оборудования радиоузлов тот же, что и в каскадах усиления н. ч. приемников (см. стр. 196).

Чаще всего усилитель не работает из-за отсутствия нормального электропитания. Поэтому в первую очередь надо при питании от сети проверить сетевое напряжение, а при питании от батарей — анодное напряжение и напряжения накала и смещения.

После проверки напряжения батарей надо проверить анодное напряжение, напряжение накала на гнездах ламповых панелей, напряжение смещения на сетку и анодный ток в цепи каждой лампы.

Очень частым повреждением в усилителях являются пробой изоляции в выходных трансформаторах и перегорание обмоток силовых трансформаторов. Обнаружить неисправность выходного трансформатора легко по анодному миллиамперметру. При исправном трансформаторе и отключенной от усилителя нагрузке стрелка анодного миллиамперметра остается в покое, даже в случае перегрузки со стороны входа. Если же в трансформаторе произошел хотя бы частичный пробой изоляции (замкнулось накоротко несколько витков), то стрелка анодного миллиамперметра будет сильно колебаться при изменении напряжения на входе усилителя. При значительном пробое трансформатора слышно потрескивание.

Повреждения силового трансформатора можно определить омметром, проверяя сопротивления обмоток, или же вольтметром, проверяя напряжения на обмотках включенного в сеть силового трансформатора.

Частым повреждением в усилителях является пробой переходных межкаскадных конденсаторов, так как напряжение на этих конденсаторах равно анодному напряжению. Анодное напряжение, попадающее при пробое этого конденсатора на сетку, резко снижает усиление, вызывает сильные искажения, и усилитель перестает работать. Убедиться в наличии пробоя конденсатора можно пробником.

Если усилитель работает нормально, но после каждой пики в передаче (громкого выкрика) на некоторое время прекращает работу, то это обычно свидетельствует об обрыве в цепи сетки (цепи утечки).

Потрескивания во время передачи свидетельствуют о плохом контакте в монтаже усилителя или подводящих проводах. Особенно громкие потрескивания создают плохие контакты в цепи входа усилителя.

Если указанная выше проверка сделана и перечисленных неисправностей не обнаружено, то приступают к более тщательным поискам повреждения. Однако в отличие от приемников в усилительном оборудовании неисправность надо искать не с конца схемы, а с ее начала, т. е. с входных цепей оборудования. Поэтому в усилителях проверку схем ведут в следующем порядке: вначале проверяют первый каскад, для чего телефонную трубку во время передачи и при включенном усилителе подключают к концам сопротивления анодной нагрузки первой лампы. Если при легком ударе по лампе в телефоне слышен звон, каскад исправен. Далее, проверяют таким же способом второй каскад, затем третий и т. д. В неработающем каскаде пробником тщательно проверяют все соединения и отыскивают неисправное соединение или поврежденную деталь. Проверку с телефонной трубкой можно производить лишь при невысоком напряжении.

Повышенный фон переменного тока может быть вызван неисправностью фильтра из-за малой емкости его конденсаторов (потеря емкости, разрыв в цепи конденсатора или его повреждение и пр.) или из-за недостаточной индуктивности дросселя (короткое замыкание витков). Повышенный фон может быть также следствием неисправности выпрямителя, питающего анодную или сеточную цепь (например, из-за потери эмиссии выпрямительной лампы), или повреждения анодного трансформатора выпрямителя. Фон может появиться при слишком близком расположении цепей источников питания (силовых трансформаторов и др.) к входным цепям усилителей, плохом или нарушенном

экранировании проводов, соединяющих микрофоны, замыкании радиотрансляционных проводов с проводами электросети и т. п.

Нелинейные искажения часто возникают в результате подачи на вход усилителя слишком большого напряжения. В усилителях по двухтактной схеме искажения могут появиться также вследствие потери эмиссии одной из ламп, короткого замыкания витков выходного трансформатора или трансформатора цепи обратной связи, обрыва в монтаже или неправильного соединения секций трансформатора. Искажения могут возникнуть и вследствие некоторых более сложных причин. Иногда такие искажения можно ликвидировать включением параллельно вторичной обмотке выходного трансформатора (через предохранитель) конденсатора, емкость которого (несколько микрофарад) подбирается опытным путем. Может дать положительный результат также подключение конденсатора параллельно входному трансформатору оконечного усилителя. Емкость такого конденсатора, подбираемая опытным путем, должна быть небольшой (сотые или даже тысячные доли микрофарады).

Генерация усилителя (самовозбуждение в нем колебаний) может возникнуть вследствие разных причин и проявляется в виде свиста или увеличения искажений. При появлении генерации надо попробовать поменять местами концы проводов обратной связи. Если это не помогает, надо попытаться уничтожить генерацию подключением к выходному трансформатору или в цепь обратной связи последовательно соединенных сопротивления и конденсатора, величины которых подбираются опытным путем (сопротивление — несколько тысяч ом и более, конденсатор—емкостью до нескольких тысяч микромикрофарад).

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

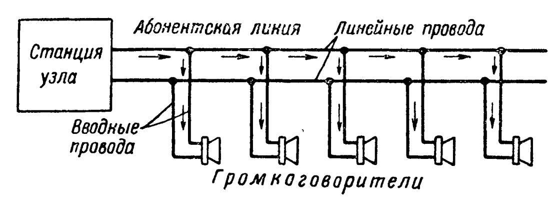
СЕЛЬСКИЕ РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫЕ СЕТИ

ТИПЫ РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ ЛИНИЙ

Схема простейшей радиотрансляционной сети показана на фиг. 152. Как видно из этой схемы, абонентские громкоговорители через вводные провода включены в абонентскую линию, питаемую от станции узла.

Такие линии называют *абонентскими*, так как к ним непосредственно подключаются абонентские громко-

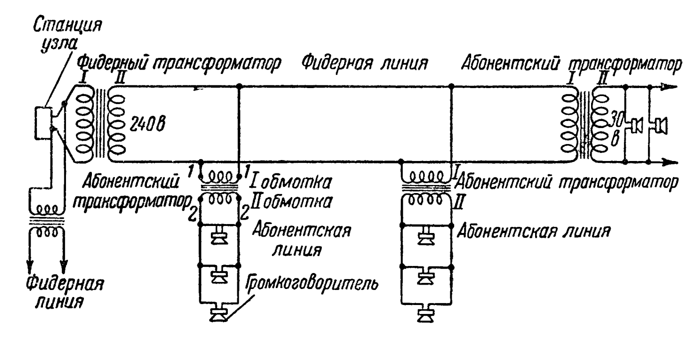
говорители через домовую распределительную сеть (внутридомовую проводку) и абонентские вводы. Радиотрансляционная сеть, содержащая только абонентские линии, присоединяемые непосредственно к станции радиотрансляционного узла, называется однозвенной сетью. Общий вид однозвенной сети с воздушными линиями показан на фиг. 153. Однозвенные сети применяются только на маломощных радиотрансляционных узлах, где число громкоговорителей невелико и не требуется строительства длинных линий.



Фиг. 152. Электрическая схема абонентской линии.

На более крупных узлах, а также для питания громкоговорителей в населенных пунктах, удаленных от станции узла, применяют двухзвенные сети (фиг. 154). Как видно из фиг. 154, от станции узла выходят уже не абонентские, а фидерные линии. Устройство фидерной линии по внешнему виду обычно не отличается от устройства абонентской линии. Разница между ними заключается главным образом в том, что в фидерную линию подается повышенное напряжение и к ней подключены не громкоговорители, а абонентские трансформаторы, питающие абонентские линии. Напряжение н. ч. со станции узла поступает в фидерный трансформатор, который повышает напряжение. Если станционная аппаратура дает достаточно высокое выходное напряжение, то фидерная линия часто подключается к ней без фидерного трансформатора. Абонентский трансформатор является понижающим (напряжение на его вторичной обмотке меньше, чем на первичной). Числа витков обмоток абонентского трансформатора таковы, что напряжение на вторичной обмотке, т. е. на зажимах *2-2* (фиг. 154), равно 30 *в*. Понижающий трансформатор обладает свойством увеличивать сопротивление нагрузки, подключенной через него к фидерной линии, в n^2 раз, где n — коэффициент трансформации этого трансформатора (отношение числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной). Поэтому через понижающий трансформатор

Фиг. 153. Абонентская линия (однозвенная сеть).



Фиг. 154. Электрическая схема двухзвенной сети.

можно подключить к линии в n^2 раз больше громкоговорителей, чем без трансформатора. Этим объясняется то, что применение фидерных линий, т. е. системы двухзвенной сети, позволяет питать при том же качестве звучания значительно большее количество радиоточек, удаленных на бо́льшие расстояния, чем при системе только абонентских линий.

В двухзвенной сети первым звеном является абонентская линия, вторым — фидерная линия. В фидерную линию включается несколько абонентских трансформаторов. От абонентского трансформатора могут отходить одна или несколько абонентских линий. Одна и та же фидерная линия может питать не один, а несколько населенных пунктов.

Для радиофикации населенных пунктов, находящихся в стороне от фидерной линии, к ним устраивают отводы от фидерной линии. Фидерный отвод целесообразно подключать к фидерной линии через трансформатор, понижающий напряжение до 120 *в*. Фидерный отвод можно включить в фидерную линию и без трансформатора. В конце фидерного отвода включают абонентский трансформатор, понижающий напряжение до 30 *в*. От этого трансформатора расходятся абонентские линии.

Для существующих типов громкоговорителей принята типовая величина напряжения абонентских линий 30 *в*. На маломощных колхозных радиотрансляционных узлах напряжение в абонентских линиях принято 15 *в*.

Напряжение в сельских воздушных фидерных линиях выбирают в зависимости от их протяженности, диаметра проводов и числа громкоговорителей 120, 240, 360, 480 или 960 *в*. В подземных фидерных линиях могут быть также напряжения 60, 90 и 180 *в*.

По способу сооружения линии могут быть подземными и воздушными. Подземные линии выполняют из проводов (кабелей) с пластмассовой (например полихлорвиниловой) оболочкой и зарывают в землю. Для воздушных столбовых линий применяют голые провода (проволоку), укрепляемые при помощи изоляторов на установленных в землю столбах.

Во многих районах осенью, зимой и весной на проводах осаждается слой льда (гололед). Вес льда при гололеде создает на проводах дополнительную нагрузку. Если гололед сопровождается сильным ветром, то нагрузка на провода еще более увеличивается, что может привести к обрыву проводов, поломке крюков и т. п. Иногда могут даже ломаться опоры. Кроме того, гололед может вызвать каса-

ние верхнего провода с нижним вследствие их различных провесов. Поэтому в зависимости от толщины льда при гололеде в данной местности линии по конструктивной прочности делятся на четыре типа:

тип О строится в негололедных районах или районах с малой интенсивностью гололеда (толщина льда на проводе не более 5 *мм*);

тип Н — в районах со средней интенсивностью гололеда (толщина льда на проводе до 10 *мм* включительно);

тип У — в районах с большим гололедом (толщина льда на проводе до 15 *мм* включительно);

тип ОУ — в районах с очень сильным гололедом (толщина льда на проводе более 15 *мм*).

УСТРОЙСТВО СТОЛБОВЫХ РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ ЛИНИЙ И АБОНЕНТСКОЙ ПРОВОДКИ

В качестве проводов, по которым ведется передача, между опорами (столбами) подвешивают голую (неизолированную) проволоку, называемую линейной. Она может быть стальной или биметаллической. Стальная проволока на воздухе быстро повреждается коррозией (ржавчиной). Для удлинения срока службы проволоку на заводе покрывают слоем цинка. Неоцинкованная проволока покрывается олифой. Биметаллическая проволока служит дольше стальной и при том же диаметре обладает меньшим электрическим сопротивлением. Однако эта проволока дороже и более дефицитна. Поэтому ее применяют редко.

Диаметр линейной проволоки определяется по длине линии и числу включенных громкоговорителей. Однако чем больший гололед бывает в данном районе, тем больше должен быть ее диаметр. Поэтому даже при малой нагрузке для фидерных линий типа О и Н диаметр проволоки должен быть не менее 3 *мм*, а для линий типа У и ОУ — не менее 4 *мм*. Для абонентских линий применяют проволоку диаметром не менее 2 *мм*. Для оборудования абонентских вводов в слабо гололедных районах применяют стальную проволоку диаметром 1,5 *мм*, а в сильно гололедных районах — диаметром 2 *мм*.

На 1 *км* двухпроводной линии из стальных проводов расходуется проволоки: диаметром 2 *мм* — 50 *кг*, диаметром 3 *мм* — 112 *кг*, диаметром 4 *мм* — 200 *кг*. Вес биметаллической проволоки тех же диаметров на 6% больше, чем стальной.

Расстояние между столбами также зависит от степени гололедности района, где строится линия. В более гололедных районах линия должна быть прочнее, т. е. пролеты ее короче.

Перевязочная проволока служит для крепления линейной проволоки к изоляторам. Для стальной линейной проволоки применяют мягкую стальную оцинкованную перевязочную проволоку, для медной — мягкую биметаллическую или мягкую медную, а для биметаллической — мягкую биметаллическую.

Спаечную проволоку применяют для соединения концов линейных проводов. Для стальной линейной проволоки применяют мягкую стальную оцинкованную спаечную проволоку диаметром 1 *мм*, для биметаллической линейной проволоки диаметром 2,5 и 3 *мм* — мягкую медную спаечную проволоку диаметром 1 *мм*, а для линейной проволоки больших размеров — спаечную проволоку диаметром 1,5 *мм*.

Изоляторы. В зависимости от диаметра подвешиваемых линейных проводов следует устанавливать следующие типы изоляторов.

Для проводов диаметром 5 *мм* применяют фарфоровые изоляторы ТФ-2 (высота 108 *мм*, диаметр внизу 75 *мм*), стеклянные ТС-2, ШО-70.

Для проводов диаметром 3 и 4 *мм* на фидерных линиях напряжением свыше 360 *в* применяют фарфоровые изоляторы ТФ-3 (высота 86 *мм*, диаметр внизу 61 *мм*), ШО-16, стеклянные ТС-3, ШОС-16.

Для линий напряжением 360 *в* и менее применяют при проводах диаметром 4 *мм* изоляторы ТФ-3, ТС-3, ШО-16 и ШОС-16, при проводах диаметром 3—2,5—2 *мм* — фарфоровые изоляторы ТФ-4 (высота 67 *мм*, диаметр внизу 49 *мм*), ШО-12 и стеклянные ТС-4 и ШОС-12.

Изоляторы типа ШО применяются на абонентских линиях в местах подключения абонентских вводов. Для абонентских вводов устанавливают фарфоровые изоляторы ТФ-5 (высота 47 *мм*, диаметр внизу 40 *мм*) или стеклянные ТС-5.

Крюки. Крюки служат для крепления изоляторов на деревянных опорах (столбах) или стенах зданий. Применяют следующие круглые крюки: для изоляторов ТФ-2, ТС-2 и ШО-70 — крюки КН-18 (длина 210 *мм*, высота 150 *мм* и диаметр 18 *мм*); для изоляторов ТФ-3, ТС-3 и ШО-16 — крюки КН-16 (длина 170 *мм*, высота 110 *мм* и диаметр 16 *мм*); для изоляторов ТФ-4, ТС-4 и ШО-12 —

крюки КН-12 (длина 130 *мм*, высота 80 *мм* и диаметр 12 *мм*); для изоляторов ТФ-5 — крюки КР-10 (длина 94 *мм*, высота 59 *мм* и диаметр 10 *мм*) или — для негололедных районов — крюки КР-8 (диаметр 8 *мм*). На углах с большим тяжением проводов, а также на оконечных опорах для проводов диаметром 3 *мм* и выше применяют усиленный крюк КН-20 (диаметр 20 *мм*) или два крюка меньшего размера.

Опоры. Деревянные столбы для линий делают из лиственницы, сосны, кедра, ели и пихты. Допускается изготовление столбов из ольхи, осины, конского каштана, вяза (ильмы, карагача), ивы, клена, ясеня и арчи.

Столбы изготовляют длиной 5—13 *м* (в зависимости от числа проводов, местности, где строится линия, и напряжения последней). Чем больше напряжение в линии, тем выше должны быть столбы.

Для предохранения от гниения столбы необходимо пропитывать противогнилостными составами.

При пропитке по способу битумной обмазки пропитывают все столбы (кроме столбов из лиственницы и арчи), свежесрубленные и сырые. Битумную обмазку наносят на тщательно очищенную от коры и луба комлевую часть столба на длине 1,2 *м* так, чтобы при установке столба выше уровня грунта находилось 10 *см* обработанной поверхности.

Для пропитки столбы накатывают на подкладки толщиной 10—15 *см* так, чтобы обрабатываемая часть столба не соприкасалась с этими подкладками и грунтом. Малярной кистью на обрабатываемую часть столба наносят пасту сплошным и ровным слоем. После затвердевания битумной обмазки (через 8—12 час.) поверх малярной кистью наносят гидроизоляционную массу, которую затем присыпают сухим песком. Наиболее простая по составу гидроизоляционная масса—расплавленный битум. Чтобы столбы дольше не высыхали, верхний торец также покрывают гидроизоляционной массой. После пропитки столбы выдерживают в штабелях не менее 2 мес.

Бандажный способ применяют для пропитки свежесрубленных или сырых столбов всех пород, кроме лиственницы, и арчи. По этому способу пропитку производят на линии перед установкой столба (или приставки) путем наложения на комель столба пасты с последующей гидроизоляцией бандажем. Бандаж изготовляют из листа толя или рубероида шириной 60 *см*.

При отсутствии толя или рубероида можно применять плотную упаковочную или дегтевую бумагу. Обычно применяют один бандаж у поверхности земли, а в районах, где наблюдается гниение комлей опор по всей глубине закопки, устанавливают два бандажа и антисептическую подкладку под торец комля (фиг. 155).

Защищаемую бандажем часть столба очищают скобелем от коры, луба и грязи. Столб укладывают так, чтобы комлевая часть его, приподнятая на подкладке, находилась над ямой. Затем малярной кистью равномерным слоем наносят пасту на защищаемую часть столба (фиг. 155) и подводят под эту часть бандаж. Второй рабочий берет бандаж обеими руками и постепенно, обжимая его ладонями снизу вверх, плотно обертывает им столб. Наложенные бандажи прибивают толевыми гвоздями, а края притягивают стальной проволокой диаметром 1—1,5 *мм* (края бандажа из бумаги стягивают бечевкой).

Фиг. 155. Расположение пропиточных бандажей на столбе.

После укрепления бандажей и торцовой подкладки поверхность их, а также часть столба на 3 *см* выше и ниже бандажей покрывают гидроизоляционной массой. Нанесенную обмазку присыпают песком или землей. Устанавливают столб осторожно, чтобы не повредить бандаж.

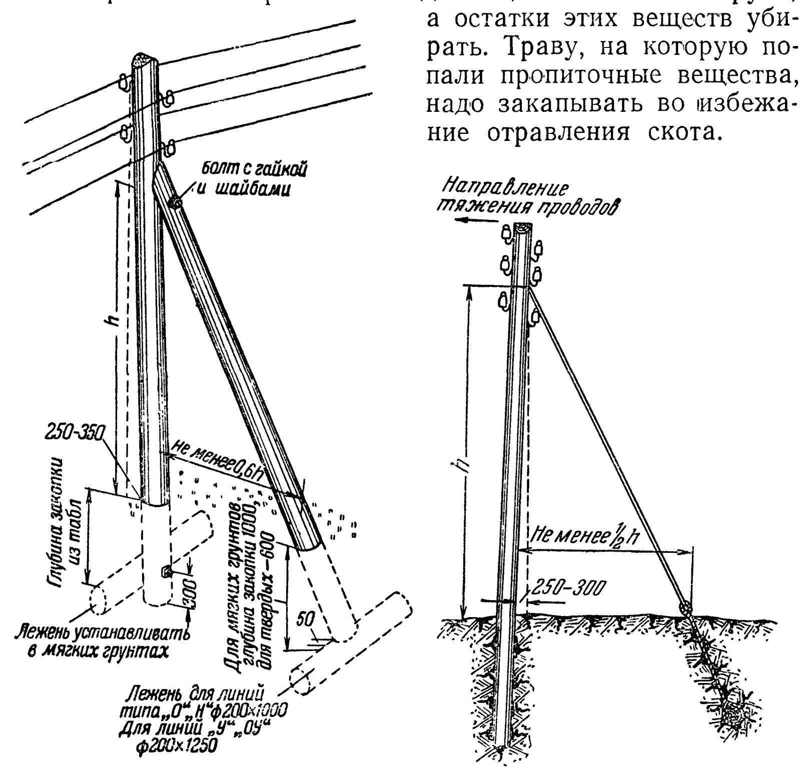
Пропитка по способу битумной суперобмазки и бандажному способу удлиняет срок службы столбов в 2—4 раза. Для удлинения срока службы столбов, установленных в грунт непропитанными столбы при появлении начальных признаков загнивания пропитывают антисептиком дополнительно, применяя бандажный способ.

Дополнительная пропитка нужна и в тех случаях, когда столбы установлены пропитанными, но вследствие длительного пребывания их на линии антисептик выщелочился.

Для дополнительной пропитки опору откапывают на глубину 60 *см*, очищают от земли и гнили, а затем наносят пасту на длине 60 *см* с таким расчетом, чтобы после за-

сыпки грунта над уровнем его находилось 10 *см* обработанной поверхности. В остальном пропитка ничем не отличается от обычной пропитки по бандажному способу.

Вещества, применяемые для пропитки, ядовиты, поэтому после работ по пропитке надо тщательно мыть руки, а остатки этих веществ убирать. Траву, на которую попали пропиточные вещества, надо закапывать во избежание отравления скота.



Фиг. 156. Угловая опора, укрепленная подпорой.

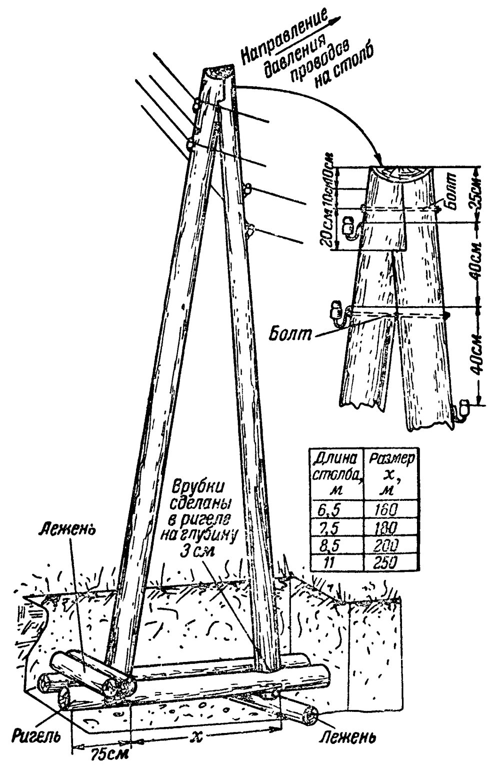
Фиг. 157. Угловая опора, укрепленная оттяжкой.

Опоры, установленные на углах линий, испытывают значительное натяжение проводов в сторону угла, образованного проводами, и поэтому во избежание их наклона в сторону этого угла угловые опоры укрепляют подпорами или оттяжками. Укрепление столба подпорой изображено на фиг. 156. При числе проводов не более шести вместо болта можно применять барочный гвоздь.

Если подпору сделать невозможно, устраивают оттяжки (фиг. 157). Оттяжки изготовляют из проволоки диаметром

4—5 *мм*; в каждой оттяжке может быть в зависимости от угла от двух до шести проволок.

Верхний конец подпоры (или оттяжки) укрепляют под второй траверзой или на расстоянии 80 *см* от верхушки опоры при подвеске цепей на крюках.

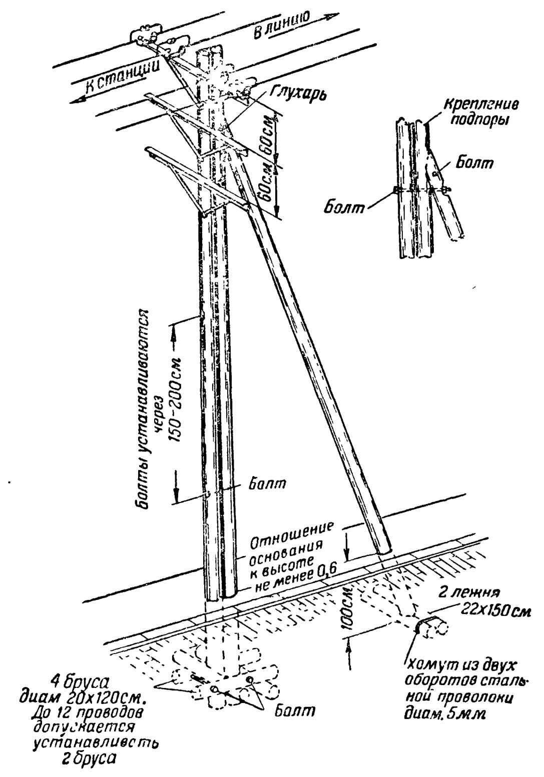


Фиг. 158. А-образная опора.

На больших углах, когда невозможно устроить ни оттяжку, ни подпору, применяют А-образные опоры (фиг. 158). Первая опора, устанавливаемая у станции узла, называется в ы в о д н о й. На выводную опору выводятся все провода со станции, и затем с этой опоры они расходятся по различным направлениям. Если на выводной опоре фидерных трансформаторов не устанавливают, то в качестве выводной опоры при числе проводов не более 12 берут одинарный столб с подпорой, а при числе проводов более 12 — сдвоенный столб (фиг. 159). Если на выводной опоре

устанавливают фидерные трансформаторы, то выводную опору выполняют из двух столбов с подпорами — полуанкерная опора (фиг. 160).

Разбивка линии. Работы по строительству линии начинаются с ее разбивки, т. е. с разметки мест для рытья ям.



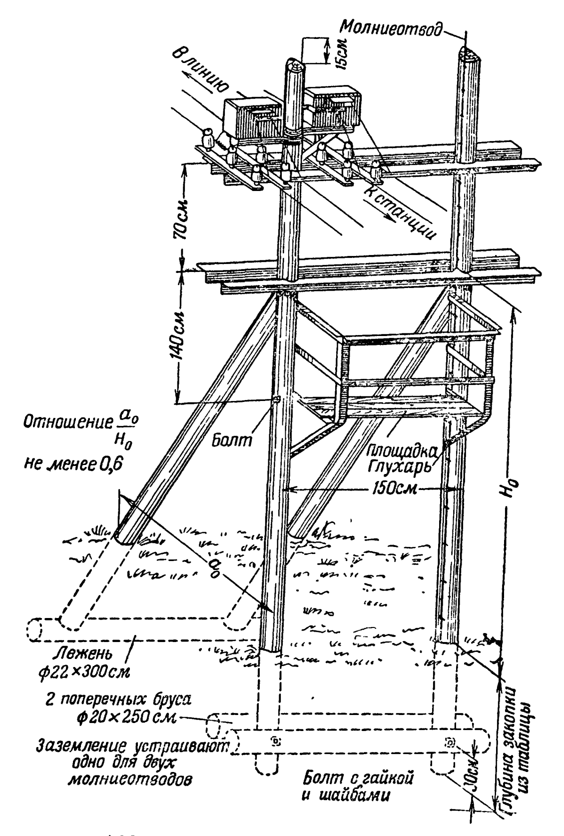
Фиг. 159. Выводная опора — сдвоенный столб.

Линия должна быть прямой от поворота до поворота; столбы должны быть установлены на одинаковом расстоянии друг от друга. Для удобства обслуживания линию строят вдоль дорог за их канавами (обочинами). Повороты являются исходными точками для разбивки.

Для разбивки линии необходимо иметь: а) мерную цепь для промера пролетов (или отрезок проволоки по длине пролета); б) топор для заготовки и забивки в землю деревянных колышков; в) деревянные круглые вехи (шесты)

длиной 3—4 *м*; г) стальную лопату; д) флажки и свисток для сигнализации.

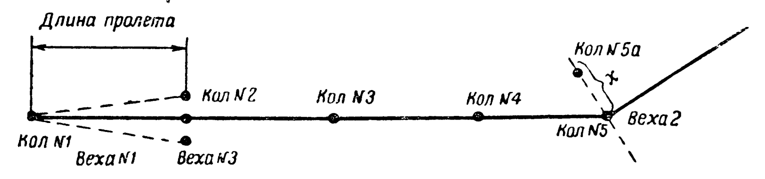
На прямом участке разбивку производят тремя вехами (фиг. 161) в следующей последовательности: а) в точках поворота линии устанавливают по одной вехе (№ 1 и 2);



Фиг. 160. Выводная опора полуанкерная.

б) у первой вехи забивают колышек № 1; в) от первой вехи отмеряют расстояние, равное длине пролета, и в этом месте устанавливают третью веху так, чтобы она находилась на одной прямой с вехами № 1 и 2; для этого заходят за веху № 1 и смотрят на нее так, чтобы из-за нее вехи № 2 не было видно; затем рабочему, держащему веху № 3, дают сигнал передвигать эту веху влево или вправо до тех пор, пока ее также не будет видно за вехой № 1, т. е. она бу-

дет находиться на одной прямой с вехами № 1 и 2. После этого на место вехи № 3 забивают колышек № 2, отмечающий место установки столба № 2; от колышка № 2 снова делают промер для следующего пролета и при помощи вехи № 3 отмечают место установки столба № 3 и т. д.

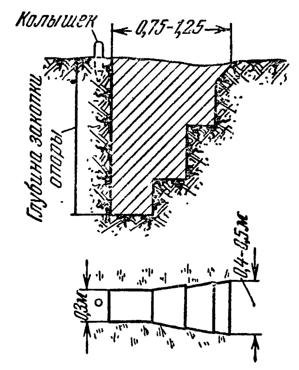


Фиг. 161. Разбивка линии на прямом участке.

Подвигаясь таким образом вперед, колышками отмечают места установки всех остальных столбов. В точках поворота линии, кроме основного вертикального колышка, забивают второй — наклонный, отмечая таким знаком угловой столб.

Особенно тщательно следует разбивать прямые участки линии большого протяжения. Для их разбивки требуются бинокль и более длинные вехи.

Угловые столбы устанавливают с отнесением комля в сторону тяги проводов, т. е. с уклоном. Поэтому при разбивке угла вбивают два колышка: один, № 5 (фиг. 161), на действительном углу, а другой, № 5а, — внутри угла. Колышек № 5а указывает место установки углового столба.



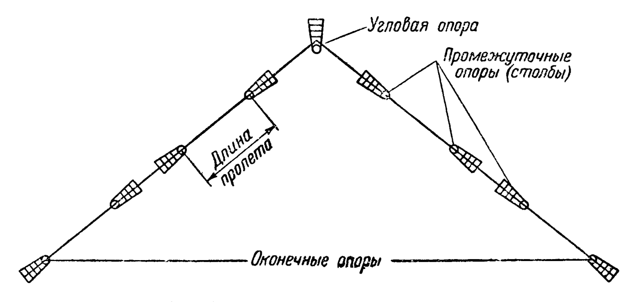
Фиг. 162. Яма для опоры.

Рытье ям. Ямы роют различной глубины в зависимости от длины столба и грунта. При рытье лопатой для удобства работы яму делают с уступами (фиг. 162) и расширением в сторону уступов. Вырытые лопатой ямы на линии должны быть расположены так, как показано на фиг. 163.

Ямы во всех грунтах, кроме каменистых и скалистых, можно рыть буравом (фиг. 164). Такой бурав, по форме напоминающий обычный, имеет две боковые режущие плоскости конусообразной формы, согнутые по кругу. Режущие плоскости соединены нижними концами с ведущим винтом, а верхними — с рукояткой из стальной трубы. Яму роют два рабочих, вращая бурав за рукоятку. Время от времени

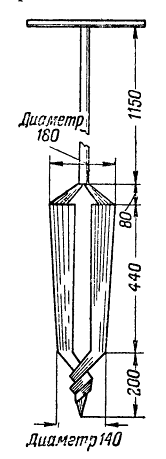
бурав вынимают для выбрасывания земли. Для удаления камней и корней применяют лом. Для установки столба в такую яму применяют деревянный направляющий лоток.

Оснастка опор. Устанавливаемые столбы должны быть

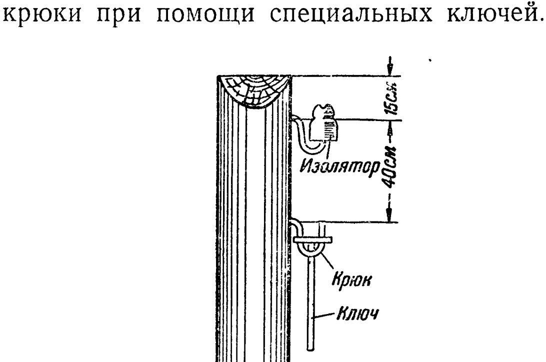


Фиг. 163. Расположение ям на линии.

очищены от коры и луба. Перед установкой столбов производят их оснастку. Вершины столбов затесывают на два ската (фиг. 165), чтобы дождевая вода не задерживалась на вершине столба, а стекала вниз. В столбе просверливают отверстия для крюков диаметром на 2 *мм* меньше диаметра крюка и ввертывают крюки при помощи специальных ключей.



Фиг. 164. Бурав для рытья ям.



Фиг. 165. Расположение крюков на опоре.

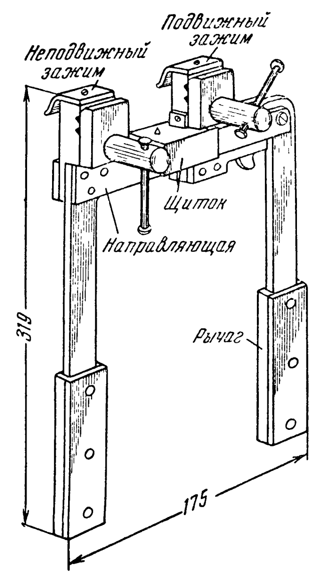
На фиг. 165 показан такой ключ на нижнем крюке. На промежуточных столбах в негололедных районах крюки недовертывают до столба на 2 *см*; на угловых столбах и на всех столбах в гололедных районах крюки ввертывают до конца.

После ввертывания крюков на них насаживают изоляторы. На вершину крюка накладывают конец каболки (смоляной пакли), которую затем навертывают плотными рядами на штыревой конец крюка по длине нарезки изолятора. Толщина каболки должна быть такой, чтобы изолятор навертывался с большим усилием. Навертывание каболки производят по часовой стрелке, т е. в ту же сторону, в которую будет навертываться изолятор, сначала снизу вверх, а потом сверху вниз. После навертывания каболки оставшийся конец ее наматывают вокруг верхней части штыря. Затем на крюк навертывают до отказа изолятор (предварительно хорошо очищенный от пыли и грязи), вращая его обеими руками при одновременном надавливании вниз. При последнем обороте изолятор устанавливают так, чтобы желобок на головке совпадал с направлением проводов. Вращение изолятора в обратную сторону не допускается. В случае несовпадения желобка с направлением провода изолятор снимают и насадку производят повторно. При навертывании стеклянных изоляторов надо надевать рукавицы, чтобы не порезать руки.

Установка опор. Для облегчения подъема столба в вырытую лопатой яму устанавливают доску, которая должна выступать над поверхностью земли. Проверив глубину ямы, оснащенную опору укладывают вдоль намеченного направления. Комель столба не должен доходить до стенки ямы на 30—40 *см*. Для лучшего скольжения комля столба по доске при подъеме часть комля, соприкасающуюся с доской (кромку), слегка стесывают топором. Один из рабочих во время подъема столба держит доску вертикально и направляет комель столба. Остальные рабочие берут руками опору за вершину, поднимают ее, одновременно с этим проталкивая ее до упора в доску. Когда опора поднята настолько, что дальнейший подъем ее вручную невозможен, один из рабочих подпирает вершину опоры ухватом, а другие баграми предохраняют опору от падения в сторону. Затем остальные рабочие передвигаются ближе к середине опоры и продолжают ее подъем; вслед за этим рабочие с ухватом и баграми передвигаются так, чтобы нижняя часть ручки ухвата все время передвигалась по земле. После подъема опоры доску вынимают и придают опоре вертикальное положение, выравнивая ее в линию с ранее установленными.

Если после подъема опоры и предварительной подсыпки земли крюки с изоляторами или траверзы оказались неправильно расположенными по отношению к направлению ли-

нии (т. е. не перпендикулярно к будущим проводам, например на прямом участке), то производят поворот опоры вокруг ее оси, чем достигается правильное расположение траверз или крюков по отношению к направлению линии. Для этого опору обхватывают хомутом из проволоки или веревки, просовывают между этим хомутом и опорой конец лома, затем давлением на второй (длинный) конец лома поворачивают опору до нужного положения. На прямой линии траверзы соседних опор должны быть с разных сторон опор. Землю вокруг установленного столба нужно тщательно утрамбовать и во избежание скопления воды около комля столба сделать небольшую насыпь.



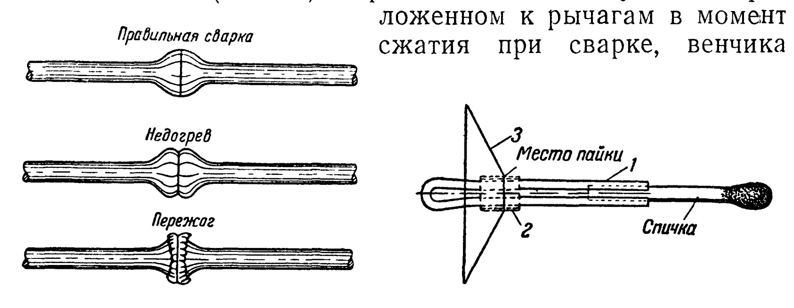
Фиг. 166. Клещи для термитной сварки проводов.

Размотка и соединение проводов. После установки опор приступают к размотке проволоки и соединению ее концов. При размотке проволоки необходимо следить, чтобы не образовались барашки, т. е. петли провода, которые при натягивании проводов служат причиной их обрыва. Для размотки проволоки применяют специальные тамбуры. При отсутствии тамбура для разматывания проволоки моток ее катят вдоль линии. После того как проволока раскатана вдоль линии, концы ее соединяют.

Скручивание концов проводов не обеспечивает надежного электрического соединения их, поэтому их сваривают. Для этого применяют электросварку сварочными агрегатами или термитную — при помощи патронов из термита. Патроны огнеопасны, поэтому обращаться с ними нужно осторожно. Для сварки проводов торцы их концов подравнивают напильником под прямой угол. Разводят рычаги клещей и концы свариваемых проводов зажимают в клещи (фиг. 166). Провода выравнивают так, чтобы стык проводов находился примерно посредине между зажимами клещей. На конец провода надевают патрон и сводят клещи до стыка проводов. Патрон сдвигают на стык так, чтобы последний приходился посредине патрона. После установки патро-

на, сдвинув защитные очки на глаза, зажигают специальную термитную спичку и касаются ее горящей частью патрона до тех пор, пока он не воспламенится. Когда патрон сгорит, плавно сжимают клещи до отказа и держат их в этом положении до потемнения шлака патрона. После этого снимают с провода клещи, сбивают шлак и очищают провод от остатков шлака.

Если при сварке давление на рычаги клещей было нормальным, вокруг стыка проводов образуется гладкий наплыв металла (венчик). При недостаточном усилии, приложенном к рычагам в момент сжатия при сварке, венчика



Фиг. 167. Образцы сварки проводов.

Фиг. 168. Держатель для термитной спички.

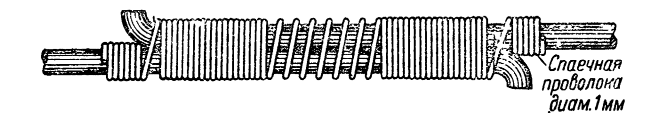
не получается (фиг. 167). В таких случаях сварка получается неудовлетворительной и провода необходимо переварить.

При сращивании проводов на земле качество сварки проверяют вытяжкой провода блоками,. а при сращивании подвешенных проводов — резким опусканием блоков. При плохой сварке провод в месте сварки обрывается. Если сварка сделана удовлетворительно, блоки снимают, а сваренное место (пока провод еще горячий) покрывают суриком, растертым на олифе, или битумом.

Во избежание ожогов рук удобно пользоваться держателем Лаптева для термитных спичек. Этот держатель (фиг. 168) нетрудно сделать самому. Он состоит из пружинящих щипцов *1*, изготовленных из листовой стали толщиной 2—2,5 *мм*, по наружной стороне которых может передвигаться сжимающая муфта *2* с укрепленным на ней защитным конусом *3* из жести. При пользовании держателем муфта вместе с манжетой отводится к левому концу щипцов, а термитная спичка вставляется между разошедшимися концами щипцов. После этого муфту и манжету сдвигают

вправо и зажимают спичку в углублениях между концами щипцов.

При невозможности произвести сварку проводов концы их соединяют спайкой. Для этого концы соединяемых проводов зачищают личным напильником или наждачной бумагой до блеска. Неровные концы отрезают. Затем, отступя на 5—8 *см* от конца каждого провода, облуживают оба конца на длину спайки, прикладывают их один к другому (фиг. 169) и обматывают спаечной проволокой диаметром 1 *мм* на протяжении: 20 *мм* при диаметре проводов 1,5—2,5 *мм*; 40 *мм* при диаметре проводов 3 *мм*; 50 *мм* при диаметре проводов 4 *мм* и 70 *мм* при диаметре проводов 5 *мм*.



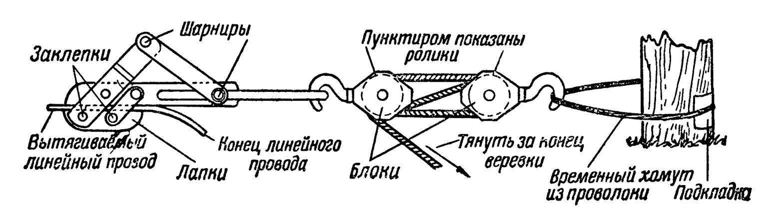
Фиг. 169. Образец спайки проводов.

В середине обмотку делают вразгонку, как показано на фиг. 169. Концы линейных проводов по обе стороны обмотки загибают под прямым углом и продолжают обмотку далее на шесть—восемь оборотов вокруг одиночного линейного провода; загнутые концы линейных проводов отпиливают. Место соединения проводов смачивают лудильной водой и постепенно обливают (с ложки над котелком) расплавленным припоем ПОС-18 (18% олова). После пайки стык протирают масляной тряпкой и медленно остуживают на воздухе. Лудильную воду приготовляют из соляной кислоты, в которую бросают кусочки цинка до тех пор, пока не прекратится выделение газа, после чего кислоту фильтруют через бумагу или тряпку и добавляют к ней насыщенный раствор нашатыря (одну треть).

Для соединения концов биметаллических проводов применяют медные трубки длиной 150 *мм* для проводов диаметром 4 и 3,5 *мм* и 120 *мм* для провода диаметром 3 *мм*. Для соединения проводов концы их вставляют в трубку и скручивают последнюю на полтора оборота специальным клуппом и ключом. При отсутствии медных трубок концы медных и биметаллических проводов можно соединять также спайкой. Для проводов диаметром 3,5 и 4 *мм* применяют медную спаечную проволоку диаметром 1,5 *мм*, а диаметром 2,5—3 *мм* — диаметром 1 *мм*. Спайка производится

припоем. При спайке медных и биметаллических проводов применяют канифоль, разведенную в спирте.

Вытягивание и подвеска проводов. Для проверки прочности проволоку перед подвеской на изоляторы вытягивают блоками. Для захвата проволоки служат стальные параллельные лапки, которые не портят провод (фиг. 170). Проволока зажимается между нижней и верхней лапками тем сильнее, чем больше тяжение блоков. (Медную и биметаллическую проволоки не вытягивают.) После вытяжки монтеры поднимаются при помощи когтей на столбы, бечев-



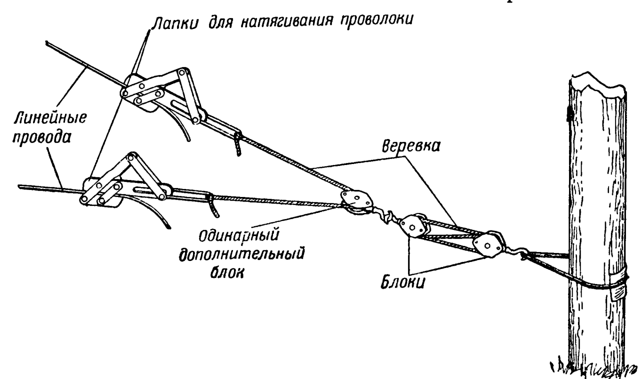
Фиг. 170. Вытягивание проволоки блоками.

ками поднимают проволоку наверх и кладут ее на изоляторы. Примерно через каждые четыре—шесть пролетов проволоку натягивают и закрепляют.

При подвеске двух проводов для ускорения работы натягивают сразу оба провода. Для этого берут еще одни лапки, отрезок веревки длиной 1 *м* и дополнительный одинарный блок. Каждый провод захватывают лапками, пропускают отрезок веревки через дополнительный блок и завязывают концы веревки за лапки. Дополнительный блок закрепляют за крючок основных блоков и стягивают их (фиг. 171). Благодаря дополнительному блоку оба провода одновременно натянутся с одинаковой силой и получат одинаковую стрелу провеса. После этого оба провода перевязывают на изоляторах и отпускают блоки.

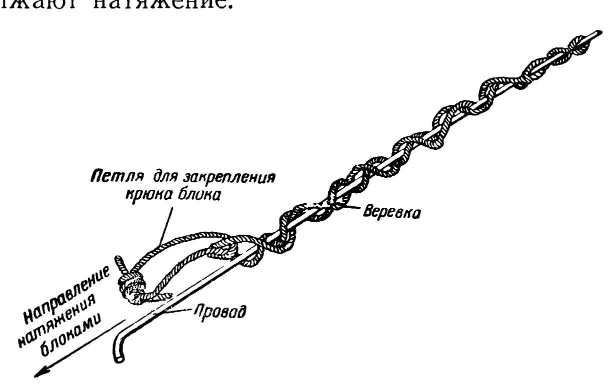
Вместо лапок для натягивания проводов можно применять веревку, скрученную вокруг провода в виде спирали так, как показано на фиг. 172 (по способу В. В. Крылова). Веревку надо взять длиной 1,5 *м* и диаметром 7—8 *мм* (такой же толщины, как и на блоках). Середина веревки прикладывается к проводу, который надо натянуть; концами веревки его перевивают так, чтобы один конец захлестывал другой вокруг провода. После восьми перевивов следует сделать петлю для крюка блока, за которую тянут блоками. Петлю делают, скручивая концы веревки вдвое (чтобы она

не перетиралась крюком блока). Свитая в спираль веревка, достаточно прочно удерживает провода любых диаметров. Для передвижения веревочной спирали по проводу достаточно ее сжать, после чего она свободно перемещается. Это



Фиг. 171. Одновременное натягивание двух проводов.

может потребоваться в тех случаях, когда при натяжении провода блоки уже стянуты до отказа, а провод еще не натянулся. Передвинув веревочную спираль вдоль провода, продолжают натяжение.



Фиг. 172. Способ Крылова, применяемый при натягивании проволоки без лапок.

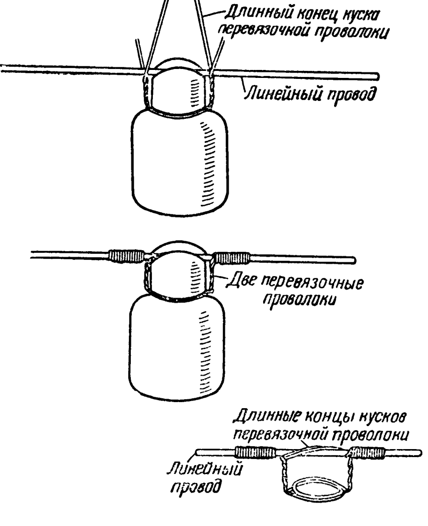
Провода натягивают так, чтобы стрела провеса (фиг. 173) соответствовала определенной величине, которую находят в справочниках.

Для определения стрелы провеса применяют специальные рейки с делениями, которые вешают на провода у двух

соседних столбов. Поперечные планки реек устанавливают на такие деления, чтобы расстояние от поперечной планки до крючка рейки было равно требуемой стреле провеса. Затем, находясь на столбе, смотрят через верх поперечной планки одной рейки на край поперечины другой и дают распоряжение натянуть или ослабить провод так, чтобы нижняя точка провода оказалась на одной прямой с верхними краями поперечных планок.

Крепление проводов на изоляторах. Вязка проводов на изоляторах на прямых участках линии показана на фиг. 174. Для перевязки берут два конца перевязочной проволоки длиной 40—65 *см*. Куском перевязочной проволоки охватывают шейку изолятора и скручивают проволоку до выемки в головке изолятора с таким расчетом, чтобы один конец был длиннее другого на 6—7 *см*. Длинные концы перекидывают крестообразно через провод на другую сторону желобка изолятора и там вместе с коротким концом другого куска перевязочной проволоки при помощи плоскогубцев туго обвивают вокруг линейного провода так, чтобы перевязочная проволока плотно прилегала к изолятору.

Фиг. 173. Стрела провеса.

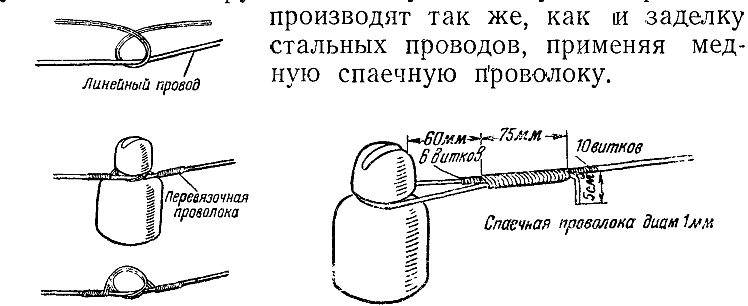


Фиг. 174. Перевязка провода на изоляторе на прямом участке линии.

Крепление провода к изолятору на угловых опорах показано на фиг. 175. Здесь также берут два куска перевязочной проволоки, но вязку производят двумя кусками одновременно.

Заделка провода на изоляторах оконечных опор показана на фиг. 176. Оконечную заделку биметаллических

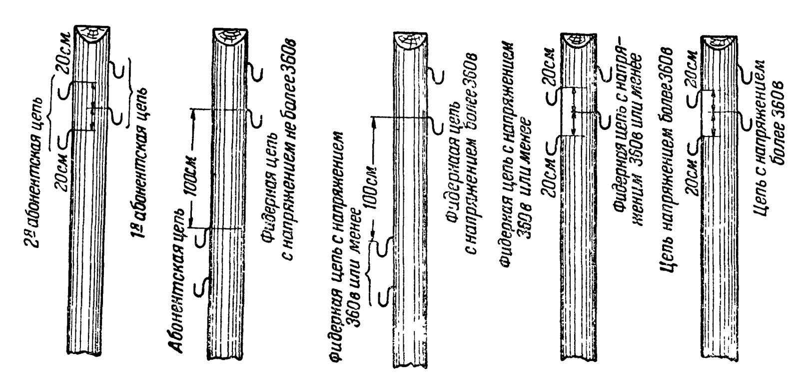
проводов производят следующим образом. Провод обводят раз вокруг шейки изолятора и конец его закрепляют медной трубкой, закручиваемой щипцами на полтора оборота. При отсутствии медных трубок оконечную заделку этих проводов производят так же, как и заделку стальных проводов, применяя медную спаечную проволоку.



Фиг. 175. Перевязка провода на угловом изоляторе.

Фиг. 176. Оконечная заделка провода.

Расположение проводов. Часто на одних и тех же опорах необходимо подвесить и фидерную цепь и абонентскую или же две фидерные, или две абонентские. Различная система расположения крюков на опоре для этих случаев показана на фиг. 177.

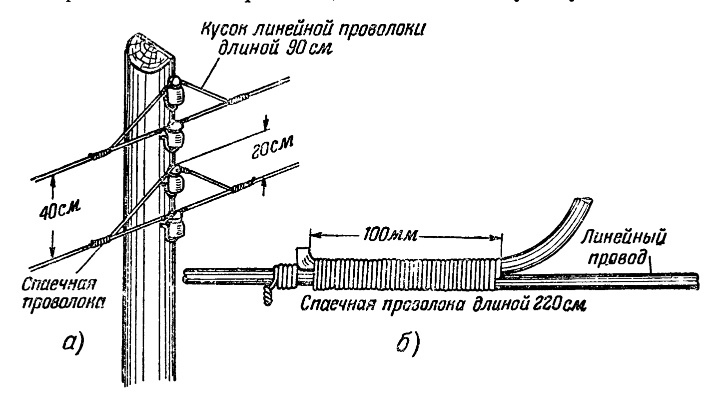


Фиг. 177. Расположение крюков для подвески проводов с различным напряжением.

Линии напряжением свыше 360 *в* представляют большую опасность для жизни людей и животных в случае обрыва проводов, поэтому провода на этих линиях, проложенных по населенным пунктам, особенно тщательно укрепляют на столбах двойным подвешиванием каждого

провода (фиг. 178). Двойным подвешиванием укрепляют также провода всех линий при пересечениях железных дорог. Чтобы провода линий не повреждались проходящим транспортом и не соприкасались с посторонними предметами, их надо подвешивать с таким расчетом, чтобы при наибольшей стреле провеса расстояния до разных предметов были не менее, чем это указано в соответствующих справочниках.

При строительстве радиотрансляционной линии, проходящей рядом с телефонной, столбы следует устанавливать



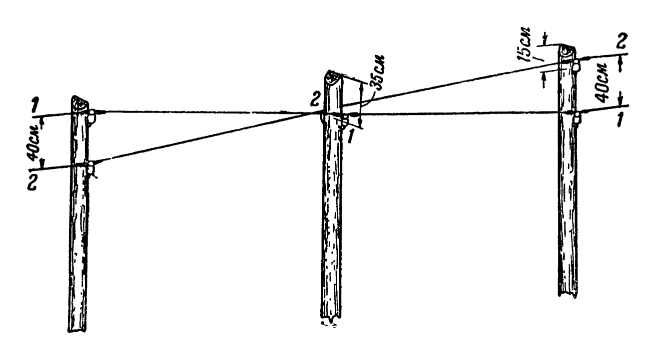
Фиг. 178. Двойное подвешивание проводов.
а — общий вид; *б* — укрепление дополнительного куска проволоки к линейному проводу.

не ближе, чем на расстоянии, равном их высоте. Однако в некоторых случаях (при высоком напряжении в радиотрансляционной линии и большом протяжении совместного прохождения с телефонной линией) расстояние от опор радиотрансляционной линии до опор телефонной линии должно быть увеличено до 30 *м* и даже более.

Для уменьшения помех от радиотрансляционных линий на линии телефонной связи, а также для уменьшения влияния линий электропередачи на радиотрансляционные линии радиотрансляционные провода скрещивают, т. е. через определенное расстояние меняют местами верхний и нижний провода так, чтобы каждый из проводов проходил то снизу, то сверху. При скрещивании каждый провод должен как бы вращаться все время в одну сторону, например по часовой стрелке. Один крест показан на фиг. 179 (средний на фигуре столб). Такие кресты делают на фидерной линии на каждом четвертом столбе. На абонентских линиях кресты

делают лишь тогда, когда абонентская линия на большом протяжении проходит вблизи линии электропередачи напряжением 3 000 *в* и выше, у которой в качестве одного из рабочих проводов используется земля или рельс.

Устройство переходов. На переходах через железнодорожные пути и шоссейные дороги опоры воздушных линий должны быть укреплены подпорами. Переход линий напряжением не более 360 *в* через железные дороги (неэлектрифицированные) осуществляют проводами из того же



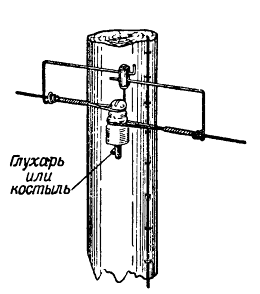
Фиг. 179. Скрещивание проводов линии.

материала, что и линейные, но при стальных проводах диаметр их на переходах должен быть не менее 4 *мм*. Крепить провода на переходных опорах следует способом двойного подвешивания (фиг. 178). Сращивать провода в пересекающем пролете не разрешается.

При переходах через грунтовые дороги устанавливают простые промежуточные опоры; провод подвешивается из того же материала и такого же диаметра, как и линейный. Провода укрепляются способом двойного подвешивания.

При пересечении проводов линий сильного тока (линий электропередачи) радиотрансляционные провода должны проходить под ними. При напряжении в линии электропередачи не более 1 000 *в* опоры радиотрансляционной линии на переходе устанавливают простые промежуточные, а провод столбовой радиотрансляционной линии на переходе — из того же материала и такого же диаметра, как и линейный; крепление проводов на опоре — одинарное с простой промежуточной вязкой. При напряжении линии электропередачи более 1 000 *в* устраивают, как правило, подземные (кабельные) переходы. При устройстве подземного перехода провода воздушной линии закрепляют на переходной опоре;

соединяют их на этой опоре с подземным кабелем при помощи кабельной воронки, зарывают кабель на длину всего перехода (от одной переходной опоры до другой) в землю, а на второй переходной опоре вновь соединяют подземный кабель с проводами воздушной линии. Подземные переходы проще всего выполнять кабелем с полихлорвиниловой оболочкой типа ПРВПМ. Кабель зарывают на глубину не менее 0,8 *м*. Его укладывают в траншее на слой песка или просеянной земли, засыпают таким же слоем толщиной 10 *см* и зарывают траншею. Во избежание повреждений кабеля на опоре его закрывают деревянной рейкой или угловой сталью на всю длину прохождения по столбу. В месте соединения подземного кабеля с воздушными проводами (на опоре) в каждый провод включают разрядник.



Фиг. 180. Устройство контрольно-разрывного пункта на столбовой линии.

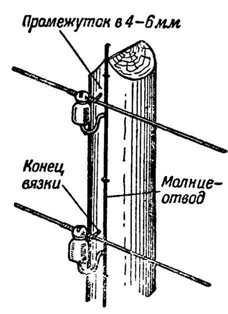
Контрольные пункты. Чтобы облегчить отыскание повреждений или отключение неисправной части линии на фидерных и абонентских линиях устраивают контрольные пункты. В зависимости от расположения линии и ее нагрузки на абонентских линиях оборудуют контрольные пункты в количестве до двух на каждый километр, а на фидерных линиях — 5 *км*, но не менее одного на каждой линии.

Устройство контрольного пункта показано на фиг. 180. Для отключения правой части линии от левой достаточно отвинтить линейный сжим. Чтобы в случае обрыва правого провода крюк не повернулся, с правой стороны под изолятором, вплотную к крюку, ввертывают небольшой глухарь или забивают костыль.

Защита опор от токов молнии. Чтобы предотвратить повреждение опор молнией, устраивают молниеотводы. Так как каждую опору снабдить молниеотводом невозможно вследствие дороговизны его, молниеотводы устраивают лишь на некоторых опорах, т. е. на оконечных, контрольных, трансформаторных (на которых установлены трансформаторы), угловых и переходных (при переходе через дороги, реки и т. п.), кабельных и выводных. Оборудуют молниеотводами также все промежуточные опоры, устанавливаемые взамен поврежденных молнией. На абонентских линиях в районах, подверженных грозовым поражениям,

молниеотводы устанавливают в населенных пунктах, как правило, через опору.

Молниеотвод делают из проволоки диаметром 4 *мм* (или 3 *мм* в два конца), которую прибивают к столбу скобками из этой же проволоки. Один конец проволоки молниеотвода укрепляют у вершины столба, выводя его на 2—5 *см* над вершиной, а другой зарывают в землю у столба вдоль линии на глубине 0,5—0,7 *м*. Проволоку молниеотвода располагают на столбе со стороны линейных проводов так, чтобы она проходила вблизи от крюков. Чем меньше сопротивление заземления, которое нужно получить, тем длиннее должна быть зарываемая в грунт проволока заземления.



Фиг. 181. Устройство защитных промежутков на опоре абонентской линии.

В зависимости от назначения опоры и рода грунта длина укладываемой в землю проволоки может изменяться от длины отрезка проволоки, спускающейся только до комля, и до 48 *м*. При большой длине проволоки ее укладывают в виде нескольких лучей, расходящихся от опоры.

Защита абонентов от поражения током молнии. Для защиты от проникновения высоких напряжений грозовых разрядов в абонентскую проводку на каждой опоре абонентской линии, где сделан молниеотвод, при выполнении перевязки линейного провода на изоляторе два конца перевязочной проволоки скручивают и отгибают к молниеотводу, как показано на фиг. 181. В случае возникновения на проводе грозовых разрядов высокого напряжения происходит пробой воздушного промежутка 4—6 *мм* между перевязочной проволокой и проволокой молниеотвода и грозовой разряд по молниеотводу стекает в землю, не причиняя вреда абонентам.

Нумерация опор. Для облегчения учета опор и последующего их ремонта все опоры радиотрансляционных линий должны быть пронумерованы. Опоры фидерных и абонентских линий имеют отдельную нумерацию. Нумерация опор линий, выходящих со станции (или подстанции), начинается с выводной опоры. Последующим опорам даются порядковые номера до оконечного пункта. Нумерация опор абонентской линии, включенной в фидерную линию, идет с первой опоры этой линии. Нумерация наносится со стороны

дороги цифровым трафаретом черной масляной краской на желтом или белом фоне. Первой сверху наносят букву Р (что означает «Радио»), под ней — год установки опоры, а ниже — порядковый номер опоры. На приставках и подпорах ставят только год установки. На опорах фидерных отводов сверху вниз наносят: букву Р, год установки опоры, номер фидерной опоры, с которой сделано ответвление, и номер опоры отвода. На опорах линий напряжением более 360 *в* на высоте 2 *м* от поверхности земли тем же способом, что и нумерацию, наносят также знак высокого напряжения. На приставках и подпорах наносят только год установки.

Использование опор линий электропередачи. Использование опор линий электропередачи для подвески проводов радиотрансляционной сети значительно удешевляет строительство и эксплуатацию линии. Поэтому для подвески радиотрансляционных проводов во всех случаях, когда направления линий совпадают, надо использовать опоры линий сильного тока низкого напряжения (т. е. те, у которых напряжение на проводах по отношению к земле не более 250 *в*).

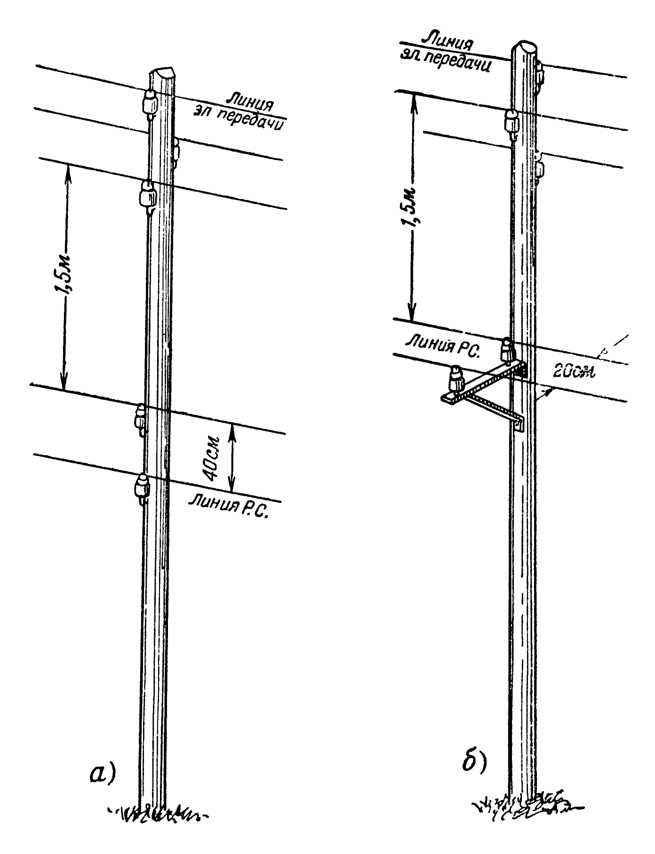
Радиотрансляционные провода подвешивают под проводами электросети на расстоянии 1,5 *м* от них на обычных крюках (фиг. 182,*а*). Если нижний провод оказывается слишком низко над землей, то вместо крюков применяют специальные кронштейны, прикрепляемые к столбу глухарями. При применении кронштейнов расстояние 1,5 *м* можно брать от нижнего провода линии электропередачи, расположенного на той же стороне, что и верхний провод радиотрансляционной линии (фиг. 182,*б*). Для устройства абонентских вводов на кронштейне укрепляют поперечную планку со штырями и изоляторами. Вместо показанного на фиг. 182 кронштейна можно применять кронштейн, изготовленный из двух крюков (фиг. 183).

Подвеска проводов радиотрансляционных линий напряжением более 360 *в* на опорах линии электропередачи не разрешается.

Установка линейных трансформаторов. Фидерные трансформаторы устанавливают либо в помещении станции узла, либо на выводной опоре.

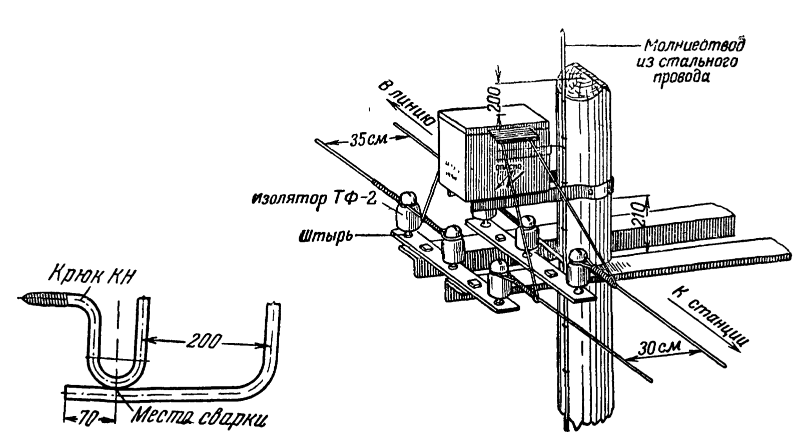
Фидерный трансформатор, установленный на опоре, показан на фиг. 184. Для защиты от влаги и механических повреждений он заключен в металлический кожух. Трансформатор устанавливают на специальном кронштейне, кото-

рый прилагается к каждому трансформатору. Если вводная опора полуанкерная, трансформаторы устанавливают на траверзах между столбами этой опоры.



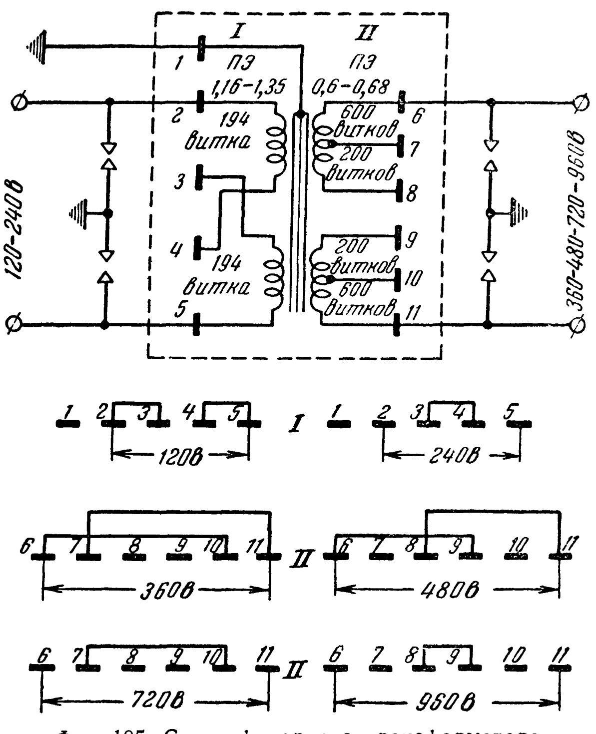
Фиг. 182. Подвеска проводов линии на опорах электросети.

Первичные и вторичные обмотки фидерного трансформатора состоят из двух половин, которые установкой перемычек на изоляторах можно соединить параллельно или последовательно (фиг. 185). Если на первичной обмотке поставлена одна перемычка между контактами *3-4*, то к трансформатору подводят напряжение 240 *в*; если же установлены две перемычки между контактами *2-3* и *4-5*, то к трансформатору подводят 120 *в*.



Фиг. 183. Кронштейн из крюков.

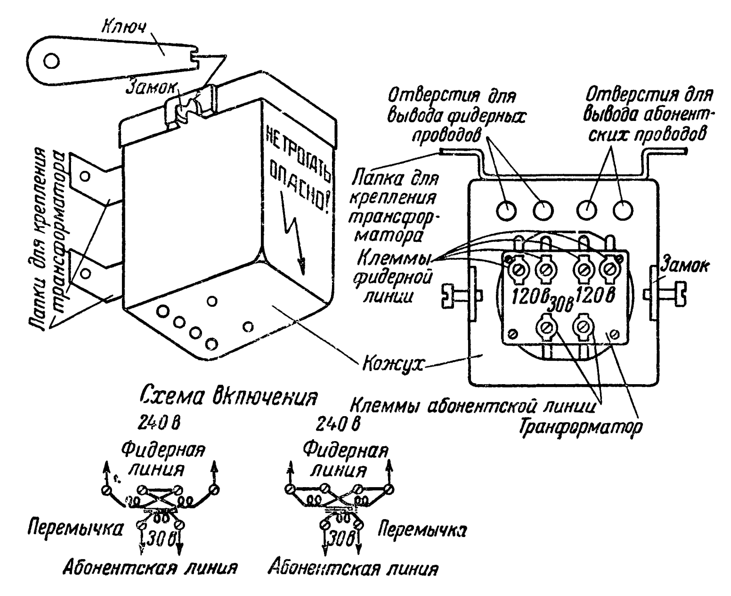
Фиг. 184. Фидерный трансформатор на опоре.



Фиг. 185. Схема фидерного трансформатора.

Абонентские трансформаторы, включаемые в местах присоединения абонентских линий к фидерным, приспособлены для установки на столбе и на стене (фиг. 186). Трансформаторы укрепляют при помощи лапок, привинчиваемых к стене или столбу шурупами или глухарями.

Если трансформатор предназначен для фидерной линии напряжением 120 или 240 *в*, то для включения его в линию



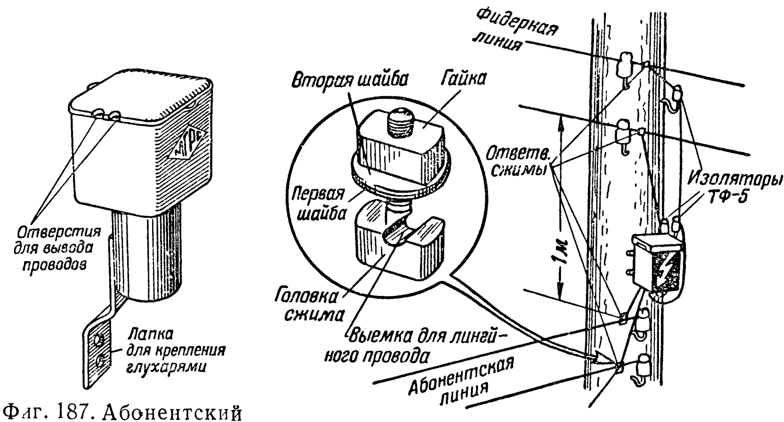
Фиг. 186. Абонентский трансформатор в кожухе из листовой стали.

240 *в* ставят перемычку между средними зажимами и присоединяют провода фидерной линии к крайним зажимам. Для включения этого трансформатора в линию 120 *в* ставят две перемычки — между первым и вторым и между третьим и четвертым зажимами, а подключают провода фидерной линии к крайним зажимам, т. е. к первому и четвертому. Напряжение абонентской линии, снимаемое с двух отдельных зажимов, равно 30 *в*.

Трансформатор в литом кожухе показан на фиг. 187.

Для соединения линейных проводов с зажимами трансформатора применяют провода с резиновой изоляцией. Концы изолированных проводов подключают к линейным проводам ответвительными сжимами.

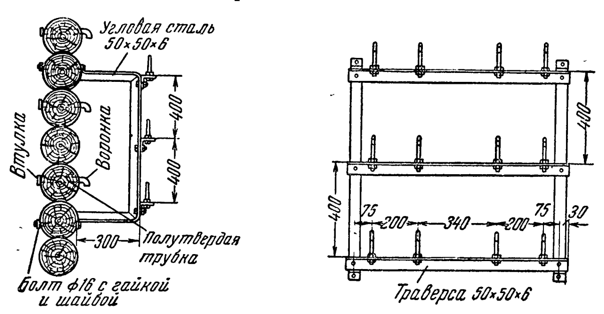
Установка абонентского трансформатора на столбе показана на фиг. 188. В последнее время абонентские трансформаторы начали выпускаться с грозоразрядниками и плавкими предохранителями для защиты обмоток от гро-



Фиг. 187. Абонентский трансформатор в литом кожухе.

Фиг. 188. Укрепление абонентского трансформатора на столбе.

зовых разрядов и токов электросети. При монтаже трансформатора с грозащитным устройством корпус трансформатора надо соединять проводом с молниеотводом.



Фиг. 189. Устройство вывода на деревянной стене на кронштейнах.

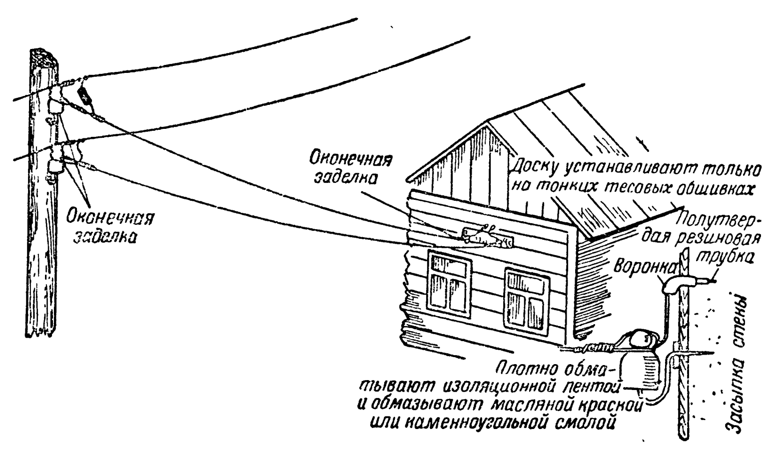
Устройство вывода из помещения станции узла. Вывод радиотрансляционных проводов воздушных линий из здания при числе проводов не более шести делают на крюках, а при большем числе проводов — на кронштейнах, как показано на фиг. 189. Выводную опору устанавливают на расстоянии 2—15 *м* от стены станции.

Вывод проводов из здания узла осуществляют через отверстия в стене, сделанные отдельно для каждого выводимого провода. В каменных зданиях вывод проводов может осуществляться через выводные коробки. Выводная коробка изготовляется из сосновых досок толщиной не менее 25 *мм*. Внутренняя поверхность коробки должна быть окрашена масляной краской.

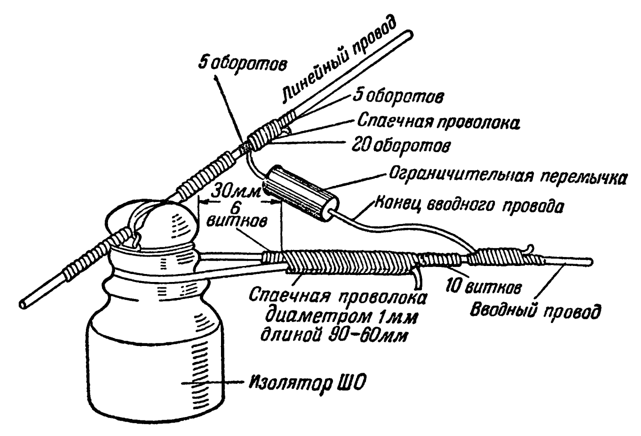
Коробка монтируется следующим образом: в наружную доску плотно вставляются на суриковой замазке фарфоровые воронки, а во внутреннюю — втулки. В коробке между каждой воронкой и втулкой вкладывается полутвердая трубка, концы которой с одной стороны надеваются на воронку, а с другой — на втулку. Коробку заполняют печной золой или золой с опилками. В стене пробивают отверстие по размеру коробки и вставляют в него последнюю. Выводные провода пропускают через втулки и воронки и заделывают на изоляторах, укрепленных на выводном кронштейне. Если сеть узла имеет линии напряжением более 360 *в*, то для них устраивают отдельный выводной кронштейн. Между выводным кронштейном и выводной опорой подвешивают такие же провода, как и линейные, но натягивают их слабее. Если изоляторы укрепляют на крюках, то в деревянную стену их ввертывают, а в кирпичную стену вмазывают на спирали на цементе или алебастре. Если стена допускает, то выводную коробку можно не ставить, а для втулок, воронок и эбонитовой трубки, через которые пропускают провода, можно сверлить отверстия непосредственно в стене. В каменной стене отверстия пробивают шлямбуром и после установки втулок, воронок и эбонитовых трубок их замазывают алебастром.

Абонентский ввод и абонентская проводка. В сельских условиях обычно в каждом доме установлен только один громкоговоритель, и для его подключения к абонентской линии делают индивидуальный ввод в дом. Абонентскую линию, проходящую вдоль домов по населенному пункту, укрепляют на трехшейковых изоляторах ШО-16 или ШО-12. Верхнюю шейку этих изоляторов используют для заделки перевязочной проволоки. На прямых участках линии провод укладывают, так же как и при изоляторах ТФ, в желобок поверх изолятора, а на углах — на верхнюю шейку. Среднюю и нижнюю шейки используют для заделки проводов абонентского ввода. За нижний изолятор нужно укрепить первый провод, а за верхний — второй (фиг. 190). С каждой пары трехшейковых изоляторов можно сделать

не больше двух вводов. Верхний провод абонентского ввода присоединяют к верхнему линейному проводу через ограничительную перемычку (фиг. 191). Места соединения проводов тщательно зачищают.



Фиг. 190. Устройство индивидуального абонентского ввода.



Фиг. 191. Включение верхнего провода индивидуального абонентского ввода через ограничительную перемычку.

Ограничительная перемычка представляет собой трубку (например, фарфоровую), в которой помещено сопротивление 500 *ом*. От концов сопротивления сделаны проволочные выводы для подключения перемычек к проводам. Назначение ограничительной перемычки — предохранить ли-

нию от короткого замыкания при случайном замыкании вводных проводов или замыкания в комнатной проводке.

Нижний провод ввода присоединяют к нижнему линейному проводу сжимом или подключают к линейному проводу спаечной проволокой, так же как и выводной проводник ограничительной перемычки. На стене дома для крепления вводных проводов устанавливают крюки КР-10 или КР-8, на которые навинчивают изоляторы ТФ-5 или ТС-5. Крюки для изоляторов укрепляют горизонтально на расстоянии 30 *см* один от другого. (Можно крюки располагать один над другим.) В бревенчатых стенах просверливают отверстия, в которые ввертывают крюки. Диаметр отверстия должен быть на 2 *мм* меньше диаметра крюка. Для укрепления крюков на деревянных стенах с тонкой тесовой обшивкой следует набить доску и в ней сверлить отверстия для крюков (фиг. 190). При установке на кирпичных стенах для каждого крюка пробивают шлямбуром отверстие на расстоянии 30 *см* одно от другого. После этого отверстие в стене заполняют раствором алебастра в воде (в виде кашицы) или цемента и вставляют туда крюк резьбовой частью. Когда раствор затвердеет, крюк окажется прочно укрепленным в стене.

Чтобы вводные провода не повреждались транспортом и пешеходами, провода подвешивают над автогужевой дорогой на высоте не ниже 4,5 *м*, а над тротуарами, огородами, садами, пустырями — не ниже 3 *м*. Если к дому подходят провода электросети, то необходимо сделать так, чтобы радиотрансляционные провода не пересекали их. Если же пересечения избежать нельзя, то радиотрансляционные провода следует располагать под проводами электросети не ближе 0,6 *м*.

Провода абонентского ввода на вводных изоляторах укрепляют обычной оконечной заделкой. Для соединения воздушных вводных проводов с внутридомовой проводкой через стену дома прокладывают изолированные провода. В деревянных домах в стене проделывают два отверстия, а в каменных — одно. В эти отверстия с наружной стороны вставляют отверстием вниз две фарфоровые воронки с полутвердыми резиновыми трубками, пропущенными внутрь воронок (полутвердые резиновые трубки для проводов ПТВЖ не устанавливают). С внутренней стороны стены на полутвердые трубки надевают по одной фарфоровой втулке, которые затем вставляют в стену. Излишек трубки отре-

зают. В каменной стене воронки и втулки после установки замазывают алебастром. Провода, проходящие через стену, присоединяют к воздушным проводам абонентского ввода так, как показано на фиг. 190.

В необходимых случаях допускается устройство ввода через стену ниже изоляторов, но при этом выходящие из воронки провода должны быть изогнуты книзу, с тем чтобы дождевая вода стекала с проводов, не попадая в воронку. По этой же причине воронка должна быть обращена отверстием вниз.

Горизонтальную часть комнатной проводки нужно укреплять под потолком (параллельно ему), а вертикальную проводить по отвесу. Нельзя выполнять проводку по стене где попало, так как это, во-первых, может повести к случайным повреждениям проводки и, во-вторых, ухудшит вид комнаты. Выполнять проводку надо с таким расчетом, чтобы расходовать как можно меньше провода.

Комнатную проводку выполняют двухжильным проводом с полихлорвиниловой оболочкой марки ПТВЖ-0,6 или ПТВЖ-1,2. Провод прикрепляют к стене скобками из стальной проволоки диаметром 2 *мм*. Угловые и оконечные скобки должны быть вбиты особенно прочно. Чтобы не повредить при этом оболочки провода, на него под скобкой надевают прессшпановую муфточку, а под него кладут прессшпановую прокладку. При отсутствии муфт и прокладок провод под скобкой обматывают изоляционной лентой. Одной скобкой прибивают оба провода. Скобки устанавливают на расстоянии 35—40 *см* одну от другой при прокладке проводки сверху вниз и на расстоянии 25—30 *см* — при горизонтальной проводке. Вначале забивают оконечную скобку и натягивают провод до следующей угловой или оконечной скобки, которую также забивают. Затем вбивают промежуточные скобки. Вбивать скобки следует осторожно, так как при слабом креплении скобка не будет прочно удерживать провод, а при слишком сильном забивании она может повредить оболочку провода и нарушить изоляцию.

Проходы проводов с хлорвиниловой оболочкой через внутренние стены дома делают без фарфоровых втулок и полутвердых трубок; отверстия в стене, куда пропущены провода, замазывают алебастром.

В конце комнатной проводки на высоте 1,5 *м* от пола устанавливают штепсельную розетку для включения штепсельной вилки громкоговорителя. На каменной или оштука-

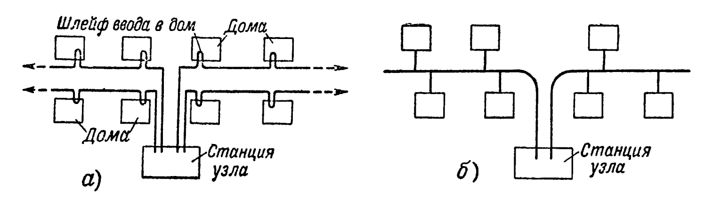
туренной деревянной стене штепсельную розетку устанавливают на деревянной розетке, а на деревянной неоштукатуренной — без деревянной розетки. Для укрепления деревянной розетки на каменной (кирпичной) стене в стене тонким шлямбуром пробивают отверстие, которое заполняют раствором алебастра в воде. Раствор должен иметь вид кашицы (слишком густой раствор не годится). В заполненное раствором отверстие вставляют шуруп с намотанной на нем спиралью из оцинкованной проволоки диаметром 0,8—1—2 *мм* и заглаживают раствор вровень со стеной специальной лопаточкой или ножом так, чтобы спираль была полностью закрыта раствором. После вмазывания спирали с шурупом раствору дают немного просохнуть, затем вывертывают шуруп, продевают его сквозь середину деревянной розетки (подрозетника) и туго завертывают отверткой обратно в спираль так, чтобы деревянная розетка не вращалась. Между штепсельной розеткой и скобкой, установленной около нее, провод выгибают, чтобы оставался запас провода на случай обламывания концов, заводимых в розетку.

На мягких (например, глинобитных) стенах, где скобки и шурупы не держатся, прибивают рейки (узкие доски), на которых укрепляют провода и штепсельную розетку или замазывают провода в бороздку.

УСТРОЙСТВО ПОДЗЕМНЫХ РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ ЛИНИЙ И АБОНЕНТСКИХ ТОЧЕК ОТ НИХ

Замена столбов, которые быстро загнивают, обходится очень дорого, особенно в безлесных местностях. Поэтому при отсутствии опор электросети, на которых можно было бы подвесить радиотрансляционные провода, целесообразно оборудовать подземные радиотрансляционные линии. Строительство их обходится, как правило, дешевле, чем строительство радиотрансляционных линий на собственных столбах. Для подземных радиотрансляционных линий применяют кабели с пластмассовой оболочкой. Промышленность выпускает для подземной прокладки кабели марки ПРВПМ и ПРПМ. Кабель марки ПРВПМ-0,8 имеет две медные жилы диаметром 0,8 *мм* каждая. Толщина кабеля 2,8 *мм*, ширина двух жил в изоляции 5,6 *мм*. Кабель марки ПРВПМ-1,0 имеет толщину 3,4 *мм*, ширину 6,8 *мм* и жилы диаметром по 1,0 *мм*. Кабель ПРВПМ-1,2 имеет толщину 4,0 *мм*, ширину 8 *мм* и жилы диаметром по 1,2 *мм*. Кабель ПРПМ имеет такую же конструкцию.

Для прокладки кабелей применяют машины, называемые кабелеукладчиками. Кабелеукладчик представляет собой раму, установленную на оси с двумя колесами. На раме укреплен стальной нож, врезающийся в землю. Позади ножа по всей его длине укреплена труба, в которую пропускают укладываемый кабель. Кабель намотан на установленный на раме барабан. Кабелеукладчик прицепляют к трактору. При движении трактора нож кабелеукладчика разрезает землю на глубину 80 *см* и кабель, выходящий внизу из трубы, укладывается в щель, образованную в земле ножом кабелеукладчика.



Фиг. 192. Схема прокладки подземной абонентской линии с вводами в дома.

а — путем петель; *б* — путем отводов (отпаек).

Если кабелеукладчик почему-либо применить нельзя, то прокладку кабеля производят вручную. Для этого в земле роют траншею (канаву). Траншея может быть любой ширины, глубина ее должна быть не менее 60 *см*. Вводы в дома от абонентских линий делают в виде шлейфов (петель), не разрезая провода (фиг. 192,*а*) или в виде отводов (отпаек) от линии (фиг. 192,*б*).

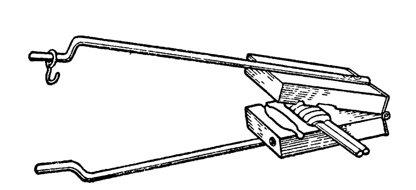
Перед укладкой кабеля дно траншеи выравнивают и очищают от камней и щебня. Кабель укладывают в траншее свободно, без натяжения и засыпают разрыхленной землей слоем толщиной 5 *см*. Для защиты кабеля от механических повреждений на переходах через дороги поверх этого слоя желательно класть доски (лучше пропитанные антисептиком). Вместо досок можно использовать кирпич, черепицу и т. д. На переходах через дороги траншею роют на глубину не менее 80 *см*.

Сращивание концов кабеля производят при помощи специальных пресс-форм (фиг. 193). Для сращивания концов кабеля жилы скручивают, спаивают оловянистым припоем и обматывают лентой из такого же пластиката, как и кабель. После этого пресс-форму нагревают до 200—240° С и закладывают в углубление сросток (фиг. 193). Затем за-

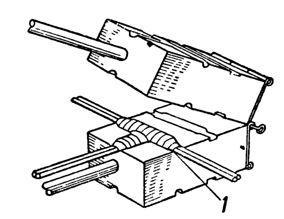
крывают половины пресс-формы и стягивают ручки ее крючком. После остывания пресс-формы ее открывают и вынимают готовый сросток.

Для устройства отпайки от линии применяют универсальную пресс-форму, которая позволяет выполнять также простые сростки концов кабеля (фиг. 194). При устройстве отпаек сросток в виде тройника, обмотанный лентой из пластиката, закладывают в углубление *1*, а при устройстве простых сростков двух концов — в прямое углубление.

При устройстве абонентской линии против того места, где будет установлена штепсельная розетка для громко-



Фиг. 193. Пресс-форма для сращивания концов кабеля.



Фиг. 194. Универсальная пресс-форма для сращивания кабелей

говорителя, кабель в траншее прокладывают перпендикулярно к стене, подводят его к ней и укладывают снаружи по стене при помощи проволочных скобок. В месте крепления скобкой кабель защищают муфточкой и прокладкой из прессшпана. Кабель надо укладывать так, чтобы он не колебался при ветре, иначе может нарушаться изоляция. Кабель закрывают деревянной рейкой или доской, прибиваемой к стене гвоздями. В кирпичных, каменных и подобных им стенах по длине укладки провода пробивают борозду (штробу), укладывают в нее провод и замазывают ее, например, алебастром.

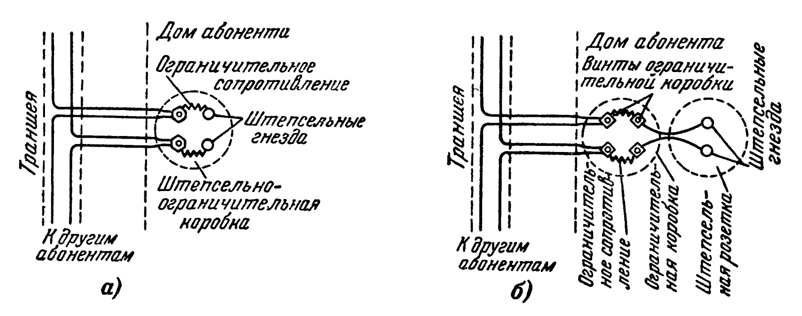
Из комнаты абонента на высоте 80—150 *см* от пола делают сквозное отверстие. В это отверстие снаружи пропускают кабель через фарфоровые втулки так, чтобы он в комнате выступал из отверстия на длину, достаточную лишь для присоединения к штепсельно-ограничительной коробке, которую устанавливают вплотную к отверстию. В штепсельно-ограничительной коробке установлены два штепсельных гнезда и два ограничительных сопротивления по 250 *ом* (фиг. 195,*а*), к которым при помощи контактных винтов присоединяют кабель.

Ограничительные сопротивления предохраняют линию от последствий короткого замыкания в штепсельной розетке,

штепсельной вилке, шнуре или громкоговорителе. На фиг. 195,*а* показано устройство абонентского ввода петлей, однако ввод может быть выполнен и в виде отвода, т. е. одинарным кабелем, как показано на фиг. 192,*б*.

При отсутствии штепсельно-ограничительной коробки можно устанавливать отдельно ограничительную коробку, а рядом с ней — штепсельную розетку (фиг. 195,*б*).

Кабель можно вводить в дом также и под фундаментом, просверливая отверстие в полу комнаты.



Фиг. 195. Схема включения абонентской точки.

а — с применением штепсельно-ограничительной коробки; *б* — с применением ограничительной коробки и штепсельной розетки.

Монтаж выполняется так, чтобы кабель в комнате абонента не был виден. Это обеспечит бо́льшую сохранность проводки и линии. В выведенном из стены кабеле медные жилы не перерезают, а лишь очищают от оболочки на длину, необходимую для подключения под гайки винтов ограничительной коробки или штепсельно-ограничительной коробки. Для удобства монтажа в выведенном кабеле жилы отделяют ножом друг от друга.

НАГРУЗКА РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ ЛИНИЙ

Электрическое напряжение в радиотрансляционной линии к концу ее обычно уменьшается. Это уменьшение напряжения называется з а т у х а н и е м.

Линию нельзя делать слишком длинной, так как на ее конце может оказаться напряжение, недостаточное для работы громкоговорителя. Кроме длины, на величину напряжения на конце линии влияют количество и конструкция громкоговорителей, подключенных к ней. Чем больше громкоговорителей включено, тем меньше напряжение в линии (особенно в ее конце). Поэтому при строительстве радио-

трансляционных линий, а особенно при включении в сеть новых громкоговорителей необходимо учитывать число уже работающих на линии громкоговорителей. Затухание зависит также от материала проводов: в стальных проводах затухание больше, чем в медных. На него влияет и диаметр проводов: чем тоньше провод, тем больше затухание. Длина линии и количество включенных в нее громкоговорителей должны быть такими, чтобы напряжение в конце абонентской линии было не меньше 19 *в* *. При таком напряжении звучание громкоговорителей остается еще удовлетворительным.

Наибольшее допустимое число громкоговорителей для абонентской воздушной линии длиной 1 *км*, включенной в сельскую фидерную распределительную линию длиной 6 *км* и более, равно: 29 — для проводов абонентской линии диаметром 2 *мм*; 42 — для диаметра 3 *мм* и 55 — для диаметра 4 *мм*. Если длина абонентской линии больше или меньше 1 *км*, то указанные числа делят на длину линии в километрах и получают допустимое число громкоговорителей для этой абонентской линии. Биметаллические провода допускают нагрузку, приблизительно в 5 раз бóльшую, чем стальные провода. К абонентским трансформаторам мощностью 10 *ва* можно подключать не более 40 громкоговорителей, а к трансформаторам мощностью 25 *ва*—100 громкоговорителей.

В фидерную подземную линию длиной 1 *км* из кабеля ПРВПМ с диаметром жил 1,0 *мм* при напряжении 120 *в* можно включить 1 500 громкоговорителей различных типов, а из кабеля с диаметром жил 1,2 *мм* — 1 800 громкоговорителей. При длине линии больше или меньше 1 *км* указанные цифры делят на длину линии в километрах. При напряжении 180 *в* эти цифры увеличиваются в 2,25 раза, при напряжении 240 *в* — в 4 раза и при напряжении 360 *в* — в 9 раз. Наибольшая длина фидерных подземных линий из кабеля ПРВПМ при диаметре жилы 1,0 *мм* без включения специальных устройств может быть взята 8 *км*, а при диаметре 1,2 *мм* — 12 *км*. Кабель ПРВПМ с диаметром жилы 0,8 *мм* рекомендуется применять только для абонентских линий. При этом число громкоговорителей, которые можно подключить к абонентской подземной линии длиной 1 *км*, включенной непосредственно в станцию, составляет 120.

---

* Это не относится к абонентской линии на маломощном колхозном узле, где напряжение в начале установлено 15 *в*.

К абонентскому трансформатору мощностью 10 *вт*, установленному на подземной линии, можно подключить 50 громкоговорителей, а к трансформатору мощностью 25 *вт* — 125 громкоговорителей.

ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ СЕТЕЙ

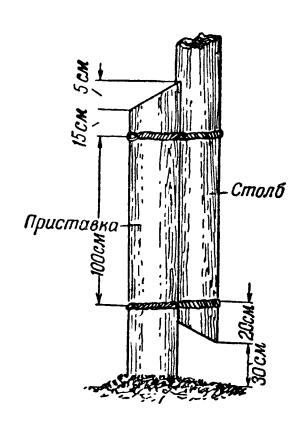
Для хорошей и бесперебойной работы абонентских точек радиотрансляционные сети необходимо содержать в образцовом порядке, предупреждая возможные повреждения на них. Для этого проводят ремонты двух видов — текущий и капитальный, а также эксплуатационно-техническое обслуживание.

При текущем ремонте проводятся следующие основные работы: 1) замена негодных опор, приставок и подпор, укрепление подгнивших опор деревянными приставками, выправка опор; 2) приведение к норме габаритов и замена проводов, не обеспечивающих требуемой механической прочности на переходах и пересечениях; 3) замена проводов в местах, где они подвержены быстрому износу, сварка их, частичная регулировка; 4) ремонт молниеотводов и установка недостающих; 5) углубление оголившегося подземного и подводного кабелей.

В процессе эксплуатационно-технического обслуживания выполняются следующие работы: 1) чистка изоляторов 2 раза в год (весной и осенью), а на территории населенных пунктов — 4 раза в год; замена неисправных изоляторов; 2) выправка и замена неисправных крюков, крепление болтов, замена негодных вязок, замена отдельных негодных траверз, кронштейнов, крюков; 3) выправка отдельных опор, укрепление или замена поврежденных транспортом или грозой столбов, термитная сварка проводов, удаление набросов на провода, удаление деревьев, угрожающих падением на линию; 4) замена поврежденных кабельных столбиков; 5) осмотр переходов и пересечений и выполнение на них нетрудоемких работ по приведению габаритов к норме; 6) проведение весеннего контроля состояния опор; 7) возобновление нумерации опор, окраска кабельных ящиков; 8) проверка исправности внутридомовой проводки с частичным ремонтом проводов; 9) замена разбитых воронок и втулок; 10) укрепление, ремонт и при необходимости замена поврежденных трансформаторов, ограничителей, штепсельных розеток и пр.; 11) проверка и регулировка громкоговорителей, перезаделка шнура.

Особое внимание должно быть обращено на работу абонентских точек в конце линии.

При капитальном ремонте производятся все работы, относящиеся к текущему ремонту, и, кроме того: 1) замена изоляторов, не соответствующих диаметру проводов, и регулировка проводов; 2) замена негодных проводов; 3) полная замена негодной арматуры (траверз, крюков, кронштейнов и т. п.); 4) замена свыше 25% опор и подпор, укрепление столбов приставками; 5) приведение к установленным нормам воздушных переходов.



Фиг. 196. Укрепление столба одной приставкой.

Ежегодно весной производят контрольные осмотры всех столбовых опор и приставок. Контрольные осмотры опор заключаются в том, что опору откапывают на глубину 20—30 *см* и щупом (стальной острый стержень с делениями) проверяют глубину загнивания. Если опора только начинает загнивать, то старый бандаж снимают (а при пропитке способом битумной обмазки снимают гидроизоляцию), опору очищают от гнили и производят дополнительную пропитку ее бандажным способом (или способом обмазки).

Для осадки столб отрывают и, поддерживая с двух сторон баграми, отпиливают его на высоте 10—15 *см* над уровнем земли, а затем отводят в сторону и пропитывают низ столба по бандажному способу. После того как отпиленный комель вынут из земли и яма очищена от гнили, туда устанавливают срезанный столб.

Когда длина столба не позволяет делать осадку, подгнившие столбы устанавливают на приставки. Столбы длиной не свыше 8,5 *м* устанавливают на одну приставку (фиг. 196), а при большей длине опоры применяют две приставки.

Крепящие проволочные хомуты на приставках ставят на расстоянии 100 *см* один от другого. Диаметр одинарной приставки должен быть таким же, как и у опоры. Приставки надо пропитывать (см. стр. 297).

При угловых столбах приставки устанавливают с внешней стороны угла, а при промежуточных — поперек линии,

поочередно с правой и левой сторон линии. В качестве приставки можно применить кусок рельса длиной 2,5 *м*.

Для установки приставки опору укрепляют баграми и отрывают, столб затесывают плавным сходом к комлю, комель опоры запиливают на расстоянии 30 *см* от поверхности земли так, чтобы пила полностью погрузилась в столб. Устанавливают приставки или рельсы и скрепляют их с опорой только верхним хомутом. Комель опоры отпиливают окончательно и удаляют. Если столб укрепляют рельсами, то между ними устанавливают деревянный обрубок. Приставки или рельсы скрепляют с опорой вторым (нижним) хомутом, и яму засыпают.

Замену столбов новыми производят лишь в тех случаях, когда надземная часть столба пришла в негодность, что определяют постукиванием по столбу молотком или обухом топора: здоровая древесина издает звонкий звук, а гнилая— глухой. Перед установкой нового столба производят его оснастку. Заменяемую опору укрепляют баграми и рогачами и со стороны проводов к ней устанавливают шесты. Провода, начиная снизу, освобождают от вязки и перекладывают на изоляторы шестов, где и укрепляют временно двумя оборотами перевязочной проволоки. По окончании перекладки проводов шесты отводят в сторону при помощи привязанных к ним веревок, которые закрепляют за колышки. Заменяемую опору отрывают, а затем поворачивают на 90° так, чтобы крюки совпали с направлением линии. Опору наклоняют в сторону вырытой ямы и опускают на землю. Во время опускания опору все время поддерживают баграми и рогачами. Освободившуюся от опоры яму очищают от гнилой древесины и устанавливают в нее новую опору.

После засыпки и утрамбовки ямы перекладывают провода с шестов на изоляторы и закрепляют каждый двумя-тремя оборотами новой вязки. Окончательную перевязку проводов производят после регулирования их.

При замене угловой опоры ее укрепляют временными оттяжками; рядом с ней с внешней стороны угла выкапывают яму. Устанавливают в яму новую опору, укрепляют ее подпорой или оттяжкой, яму засыпают и утрамбовывают. Переносят со старой опоры на новую провода, выкапывают старую опору, засыпают яму землей и утрамбовывают ее.

При чистке изоляторов их вначале протирают снаружи и внутри мокрой тряпкой, посыпанной меловой мукой. Чтобы хорошо прочистить внутреннюю часть изолятора, если нет специального приспособления, используют крючок из

проволоки диаметром 2,5 *мм*, на который навертывают тряпку. Когда удалена вся грязь снаружи и внутри, изолятор протирают чистой сухой тряпкой. Если изолятор водой не очищается, то его заменяют новым.

Электрические измерения линии. Чтобы правильно определить техническое состояние линий и выявить, какие из них подлежат ремонту в первую очередь, радиотрансляционные линии необходимо систематически подвергать электрическим измерениям. Качество радиотрансляционных линий и их техническое состояние достаточно хорошо можно определить тремя измерениями: 1) изоляции; 2) входного сопротивления; 3) затухания.

Изоляцию линий измеряют по отношению к земле. Нормальное сопротивление изоляции от земли любого провода воздушной абонентской линии подсчитывают по формуле

$$R_{из} = \frac{500\,000}{N + l} \text{ ом},$$

где N — число громкоговорителей, включенных в данную линию;

l — длина линии, *км*.

Сопротивление изоляции линии измеряют омметром, подключая один зажим его к любому проводу линии, а другой — к заземлению. Результат измерения сравнивают с подсчитанной по приведенной формуле нормальной величиной. Если измеренная величина сопротивления изоляции меньше подсчитанной величины, то необходимо улучшить техническое состояние линии.

Нормальное сопротивление изоляции от земли любого провода воздушной фидерной линии подсчитывают по формуле

$$R_{из} = \frac{1\,000\,000}{100K + l} \text{ ом},$$

где l — длина линии, *км*;

M — число включенных в линию трансформаторов;

$K = 1$ — при напряжении линии до 360 *в* и $K = 0,2$ при бóльшем напряжении.

Входное сопротивление линии переменному току измеряется при частоте 400 *гц*. Если при измерении линии окажется, что входное сопротивление составляет 50% или меньше подсчитанной для нее по приведенной формуле величины, то линию следует немедленно ремонтировать.

Нормальное входное сопротивление абонентской линии приближенно подсчитывают по формуле

$$Z_{вх.аб} = \frac{5\,500}{N}\ ом,$$

где N — число громкоговорителей различных типов, включенных в линию.

Нормальное входное сопротивление фидерной воздушной распределительной линии длиной не более 10 *км* приближенно подсчитывают по той же формуле, что и для абонентских линий, но полученный результат умножают на n^2, где n — коэффициент трансформации абонентских понижающих трансформаторов.

Отыскание повреждений в радиотрансляционных сетях. Для отыскания и устранения повреждений, кроме инструмента, надо иметь карманный омметр или пробник, телефонные трубки и искатель повреждений.

Отыскание повреждений на воздушных линиях и в домовой проводке. Для воздушных линий применяют искатель системы Новикова. Он состоит из небольшой П-образной скобы, собранной из нескольких листов тонкой (трансформаторной) стали. На скобе намотан тонкий обмоточный провод (диаметром 0,05—0,07 *мм*). Сопротивление обмотки 500—1 000 *ом*. (Вместо намотки можно использовать готовую катушку от громкоговорителя «Рекорд».) Обмотка защищается кожухом. Искатель укрепляется дугообразными лапками на легком шесте или удилище. От обмотки вниз по шесту спускается изолированный двухжильный провод, к которому подключают телефонную трубку (наушники).

Отыскание коротких замыканий. При полных замыканиях между линейными проводами прекращают работу радиотрансляционные точки, включенные в эту линию на участке от места короткого замыкания до конца. Точки, расположенные на участке от места замыкания до станции (или до трансформатора), ухудшают свою работу и тем сильнее, чем ближе к месту замыкания они расположены. Очень часто происходят замыкания между проводами домовой распределительной сети и, в частности, замыкания в вилке, штепсельной розетке, а также между проводами под скобами. Нередко замыкания бывают в разветвительных коробках, громкоговорителях и пр. При коротком замыкании воздушной линии передача у абонентов прослушивается, но тихо, и тем слабее, чем ближе место короткого замыкания.

Работа с искателем. Не делая никаких отключений, включают наушники в искатель и подносят последний к одному проводу линии так, чтобы провод оказался между концами сердечника, на котором помещена обмотка. Если линия исправна, то в месте выхода линии из станции будет прослушиваться в телефонах негромкая передача, дальше громкость будет падать, а в конце линии совсем пропадет. Если слышимость в телефонах выше нормальной, то это означает, что в линии имеет место короткое замыкание; при этом короткое замыкание следует искать в направлении к концу линии. Если же слышимость ниже нормальной, то короткое замыкание следует искать в направлении к станции узла.

При коротком замыкании на линии, вводе или ответвлении в телефонах искателя будет прослушиваться громкая передача до самого места короткого замыкания (при движении от станции), а как только искатель будет перенесен за место короткого замыкания, слышимость пропадет. Если за этим местом короткого замыкания имеются еще короткие замыкания или заземления проводов, то передача будет слышна, но очень слабо. В этом случае после устранения первого замыкания надо тем же способом отыскать и устранить второе и последующее замыкания.

Короткое замыкание на вводах или ответвлениях обнаруживается легко: в этих местах громкость больше. Прикладывая искатель поочередно к проводам всех отводов, находят тот из них, который создает через искатель наиболее громкую слышимость, а затем повторяют эти же действия уже на разветвлениях этого отвода. Если место короткого замыкания пройдено, то слышимость через искатель будет совсем слабой.

Перед поисками короткого замыкания на линии прослушивают на искатель передачу в начале линии и запоминают этот уровень звучания. Затем повторяют прослушивание через 10—12 пролетов и сравнивают оба уровня звучания. Если место короткого замыкания пройдено, то возвращаются на несколько пролетов назад и, таким образом, находят место повреждения.

Если произошло заземление одного провода, то передача будет громко слышна на телефоны при поднесении искателя к заземленному проводу. Если же искатель подносится к исправному проводу, передача слышна тихо. Этим и пользуются для отыскания заземления провода.

Работа без искателя. При отсутствии искателя поднимаются на ближайший от станции столб, где имеются ответвления, подключают телефоны к линии и слушают передачу в линии при всех включенных ответвлениях. Если слышимость достаточно громкая, то короткое замыкание надо искать ближе к концу линии, где снова поднимаются на столб с ответвлениями и слушают передачу. Если там передача оказалась тише, то, очевидно, короткое замыкание произошло недалеко от этого места, на одном из ответвлений или на основном направлении. Продолжая слушать передачу, нужно отключать поочередно ответвления. При отключении того из них, где имеется короткое замыкание, громкость передачи сразу станет нормальной. Для проверки можно снова включить это ответвление на несколько секунд — передача вновь станет тише. Отключив поврежденное ответвление, следует немедленно включить все исправные ответвления, чтобы не прерывать работы включенных в них точек.

Омметр или пробник бывает необходим при отсутствии передачи в линии. Пользуются им так: провода ответвления отключают от основной линии и включают концы от омметра или пробника между проводами отключенного ответвления. На том ответвлении, где произошло короткое замыкание, стрелка прибора даст наибольшее отклонение.

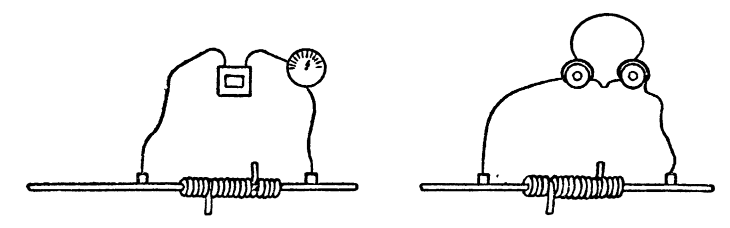
Отыскание обрыва. При обрыве проводов на линии прекращается передача у всех абонентов, радиоточки которых находятся за местом обрыва. У абонентов же, находящихся на участке между станцией и местом обрыва, передача может даже улучшиться (если при обрыве не произошло короткого замыкания линии).

Обрыв или нарушение контакта, например на вводе или ответвлении, обнаруживают при помощи искателя следующим образом: подносят искатель к проводу ввода или ответвления, и если передача не прослушивается, то имеет место обрыв проводов или нарушен контакт вводных проводов с линией. Обрыв проводов или нарушение контакта омметром или пробником определяют следующим образом. Отключают ответвление или ввод от основной линии и подключают прибор к отключенным проводам: если стрелка прибора совсем не отклонится, то оборван провод или нарушен контакт на этом ответвлении или вводе.

Применяя телефоны, место обрыва или нарушение контакта находят, двигаясь от конца линии и прослушивая передачу в разных местах линии: до обрыва (считая от

конца) передача будет или вовсе не слышна, или слышна очень тихо, а за местом обрыва громкость сразу становится нормальной. Включением телефонов между землей и каждым из проводов поочередно можно определить, какой именно из проводов оборван: при включении телефонов между исправным проводом и землей передача слышна громко, а между землей и оборванным проводом — очень тихо.

При отыскании плохих контактов линию замыкают накоротко и передачу слушают через искатель перед местом замыкания. Если резкого возрастания громкости в момент



Фиг. 197. Определение качества контакта.

замыкания не происходит, то это значит, что где-то впереди, ближе к станции, на линии имеется плохой контакт.

Без искателя проверку контакта можно производить во время передачи, пользуясь телефонной трубкой, а при отсутствии передачи — омметром или пробником (фиг. 197). Если контакт хороший, то в телефонах передача не будет слышна, а стрелка прибора отклонится не на всю шкалу.

Отыскание соединения с проводами электросети. Иногда передача вдруг начинает сопровождаться сильным посторонним гулом (фоном). Это происходит вследствие попадания в радиотрансляционную линию переменного тока электросети. Замыкание проводов радиотрансляционной сети с проводом электросети может повести к порче оборудования радиотрансляционной сети и несчастным случаям с людьми.

Отыскание места соприкосновения с проводом электросети производится, так же как и в случае короткого замыкания, поочередным отключением ответвлений и прослушиванием передачи на телефонную трубку. Если при отключении какого-либо ответвления фон в линии пропадает, то, очевидно, соединение с электросетью имеет место именно на этом ответвлении. При отыскании и устранении повреждения надо соблюдать осторожность и работать в рези-

новых перчатках. Корпус телефонной трубки должен быть из изоляционного материала, а шнур заключен в резиновую трубку.

Повреждения в абонентском оборудовании. Наиболее часто повреждаются громкоговорители. Поэтому прежде всего надо проверить, исправен ли громкоговоритель. Если включенный в штепсельную розетку громкоговоритель бездействует, то вместо него включают телефонную трубку, и если при этом передача будет слышна, то это означает повреждение громкоговорителя или шнура либо неисправность штепсельной вилки.

Для нахождения повреждения подключают омметр или пробник к штырькам штепсельной вилки. При этом могут иметь место два случая:

1. Стрелка прибора отклоняется — это говорит о наличии короткого замыкания. Чтобы определить место короткого замыкания, один конец шнура отключают от зажима громкоговорителя, а концы от омметра или пробника с батарейкой подключают к штырькам штепсельной вилки, вынутой из розетки. Если стрелка прибора при этом отклоняется, то короткое замыкание произошло в штепсельной вилке. Тогда отвертывают штырьки штепсельной вилки, вынимают концы проводов, хорошо их изолируют и вновь собирают штепсельную вилку, туго завертывая штырьки. Если стрелка прибора не отклонилась (при отключенном проводе от зажимов громкоговорителя), то короткое замыкание ищут около зажима громкоговорителя (могли выйти из-под зажима отдельные проволочки шнура, может быть плохая изоляция зажима от корпуса, могли замкнуться лепестки зажимов с задней стороны панели). Стрелка прибора, подключенного к громкоговорителю, может полностью отклоняться вследствие обугливания катушек.

2. Стрелка прибора не отклоняется; тогда подключают омметр или пробник к зажимам громкоговорителя. Отклонение стрелки прибора при этом означает, что оборван шнур либо нет контакта в штепсельной вилке или зажимах громкоговорителя. Чтобы убедиться в этом, соединяют концы шнура у громкоговорителя накоротко и присоединяют прибор к штепсельной вилке — стрелка прибора должна отклоняться. Прощупывая шнур руками, находят место обрыва. Если шнур исправен, то проверяют контакты штепсельной вилки: включают ее в розетку и пошатывают вилку. Если контакт плохой, то передача при пошатывании вилки временами прерывается. Вместо сети к штепсельной вилке

можно подключать измерительный прибор, у которого будет отклоняться стрелка при пошатывании вилки. Для устранения повреждения надо крепко завернуть штырьки штепсельной вилки или перезаделать концы шнура.

Если все контакты хороши, то ищут обрыв либо в катушках громкоговорителя, либо в соединительных проводниках между катушками или между зажимами и катушками. Для этого разбирают громкоговоритель, осматривают соединительные проводники и их контакты с зажимами. Если все исправно, то проверяют прибором каждую катушку: при исправной катушке стрелка прибора должна отклониться, но не на всю шкалу. Полное отклонение стрелки прибора указывает на короткое замыкание.

Плохое звучание электромагнитного громкоговорителя, включенного в сеть, может объясняться следующими причинами: 1) разрегулирован регулировочный винт; надо повернуть винт сначала против часовой стрелки, а потом — по часовой; если передача не улучшается, надо искать повреждение в другом месте; 2) порван диффузор громкоговорителя — диффузор следует заменить; в крайнем случае временно можно наклеить на порванное место заплату из плотной бумаги; 3) помят диффузор у основания — надо либо сменить диффузор, либо вырезать из плотной бумаги шайбы, разобрать ниппель и зажать диффузор конусными шайбами ниппеля между бумажными шайбами, которые надо смазать клеем; 4) сбит в сторону якорь, сбиты в сторону катушки с сердечниками, неправильно собраны магниты — эти повреждения обнаруживаются при разборке громкоговорителя; 5) сломана пружина у якоря (если установить якорь в среднее положение между сердечниками катушек, то громкоговоритель будет работать); 6) развернут боковой винт ниппеля, вследствие чего игла не укреплена в ниппеле, — закрепление иглы производится завертыванием бокового винта в ниппеле без разборки громкоговорителя; 7) сорвана резьба бокового винта ниппеля — надо снять диффузор, отвернуть гайку ниппеля и заменить его новым; 8) отвернулась гайка ниппеля — надо снять диффузор и укрепить гайку.

При отсутствии измерительного прибора отыскивать повреждения громкоговорителей во время передачи можно с телефонной трубкой. Для этого один провод от телефонной трубки включают в гнездо штепсельной розетки, а отыскиваемую цепь подключают между вторым проводом от телефонной трубки и вторым гнездом розетки. В этом

случае вместо отклонения стрелки измерительного прибора при исправной испытываемой цепи будет слышна передача.

Если при включении телефонной трубки в штепсельную розетку абонента передачи не слышно, надо искать повреждение в проводке. Прежде всего проверяют контакты на вводе и исправность ограничительной перемычки или ограничительной коробки. Для определения обрыва индивидуального ограничителя поочередно подключают телефонную трубку параллельно сопротивлениям ограничителя (обязательно при включенном абонентском громкоговорителе, иначе цепь не будет замкнута). При подключении телефонной трубки параллельно к исправному сопротивлению при включенном громкоговорителе передача не будет слышна, а при подключении ее к неисправному сопротивлению — будет слышна. Для проверки исправности сопротивлений ограничителя при отсутствии передачи подключают проводники от омметра или пробника к концам сопротивления. При исправном сопротивлении стрелка прибора отклонится.

В комнатных проводах короткое замыкание надо искать под сильно забитыми скобами.

Отыскание повреждений в подземных линиях. Для отыскания повреждений в подземных линиях удобно пользоваться специальным искателем повреждений, действие которого основано на следующем принципе. Когда в подземный кабель подается напряжение н. ч. (вещательная программа), вокруг него создается электромагнитное поле, способное наводить э. д. с. в катушке, расположенной на поверхности земли. Кроме того, на поверхности земли в разных ее точках создается разность потенциалов. Поэтому если два металлических штыря воткнуть в землю на некотором расстоянии друг от друга вблизи от кабеля, между ними будет возникать напряжение. Вследствие этого в присоединенных к штырям телефонных трубках можно услышать передачу, осуществляемую по кабелю. При недостаточной величине напряжения телефонные трубки подключаются через усилитель. Прослушивается передача также при подключении телефонных трубок к катушке с большим числом витков изолированной проволоки, расположенной над трассой кабеля.

В месте повреждения ток в жиле кабеля резко изменяется: при заземлениях часть его ответвляется в землю, а при обрывах жил он пропадает совсем. Поэтому электромагнитное поле и разность потенциалов над местом повреж-

дения также резко изменяются. При движении с катушкой или со штырями место повреждения можно обнаружить на слух.

В зависимости от характера повреждения громкость звука в телефонных трубках будет либо сильнее, либо слабее.

Таким образом, в комплект искателя повреждений входят: переносный усилитель, катушка на длинной рукоятке (для удобства ее передвижения вблизи поверхности земли), штыри с рукоятками и телефонные трубки (наушники). Вместо штырей можно пользоваться металлическими пластинами с направленными вниз шипами, прикрепляемыми к подошве обуви. В этом случае соединение пластин с землей получается при каждом шаге.

Отыскание повреждений только со штырями или пластинами можно производить, если точно известна трасса кабеля. Если же прокладка кабеля производилась давно и след прокладки уже не заметен, то надо пользоваться также катушкой, при помощи которой отыскивают трассу.

Таким искателем можно отыскивать любые повреждения, в том числе и очень небольшие утечки. Своевременное отыскание и устранение небольших утечек позволяют предотвращать более серьезные повреждения.

Отыскание повреждений облегчается, если в кабель вместо вещательной передачи подавать электрические колебания одной частоты от специального прибора—генератора н. ч.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

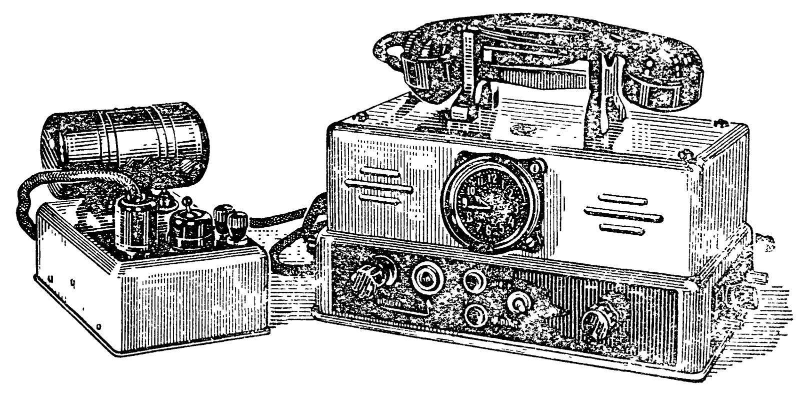
РАДИОСТАНЦИЯ «УРОЖАЙ»

Радиостанции типа «Урожай», применяемые для связи машинно-тракторных станций с полевыми бригадами, работают на волнах 100—150 *м*. При помощи таких радиостанций можно уверенно вести переговоры, как и по обычному проводному телефону, в дневное время на расстояние до 30 *км*, а ночью часто и на бо́льшие расстояния.

Наиболее распространены пока радиостанции «Урожай-1». Такая радиостанция содержит в себе объединенные в общем кожухе радиоприемник и радиопередатчик (приемопередатчик) с микротелефонной трубкой (фиг. 198), аккумуляторную батарею типа 6СТЭ-128 (с напряжением 12 *в* и емкостью 128 *ач*), блок питания, громкоговоритель и отдельный угольный микрофон. Кроме того, в комплект ра-

диостанции входят провода для антенного устройства. Все имущество радиостанции (кроме аккумуляторной батареи) укладывается в специальный ящик. Вес ящика с уложенным в него оборудованием — 22 *кг*.

Каждая радиостанция «Урожай-1» работает на двух волнах. Выпускаются радиостанции «Урожай-1» нескольких серий. Так, например, радиостанции серии Л работают на волнах 109,5 *м* (2 740 *кгц*) и 131,8 *м* (2 284 *кгц*), радиостанции серии М — на волнах 110,3 *м* (2 720 *кгц*) и 132,5 *м*



Фиг. 198. Общий вид радиостанции „Урожай".

(2 264 *кгц*) и радиостанции серии Н — на волнах 111,1 *м* (2 700 *кгц*) и 133,7 *м* (2 244 *кгц*). Радиосвязь возможна только между радиостанциями одной и той же серии.

На любой из двух волн работают передатчик радиостанции, установленной на центральной усадьбе МТС (центральная станция), и приемники радиостанций полевых бригад. На другой волне работают приемник центральной радиостанции и все передатчики радиостанций полевых бригад. Таким образом, осуществляется так называемая дуплексная радиосвязь, при которой двусторонний разговор между центральной усадьбой МТС и любой полевой бригадой, имеющей радиостанцию, осуществляется, как по обычному проводному телефону, без каких-либо переключений в аппаратуре радиостанций.

Для осуществления дуплексной радиосвязи между двумя полевыми бригадами, передатчик радиостанции одной из них должен быть переключен на работу на той же волне, на которой работает центральная радиостанция МТС; соот-

ветственно изменяется и рабочая волна приемника радиостанции полевой бригады[1].

При помощи радиостанций «Урожай-1» можно вести и так называемую симплексную радиосвязь, характеризующуюся тем, что приемники и передатчики радиостанций работают на одной и той же волне (любой из двух, присвоенных радиостанциям данной серии); при разговоре (передаче) нужно нажимать на контакт микротелефонной трубки, а при слушании (приеме) прекращать нажатие.

Схема радиостанции «Урожай-1». Приемник радиостанции выполнен по супергетеродинной схеме. В каскаде усиления высокой частоты работает высокочастотный пентод 6К7 (6К9С), в преобразователе частоты — гептод 6А8, в каскаде усиления промежуточной частоты — высокочастотный пентод 6К7; для детектирования колебаний промежуточной частоты используется один из диодов двойного диод-триода 6Г7, в каскаде предварительного усиления н. ч. — триодная часть той же лампы 6Г7 и в оконечном каскаде усиления н. ч. — трехэлектродная лампа 6С5 или 6С2С (фиг. 199). В анодную цепь последней включена первичная обмотка выходного трансформатора приемника, ко вторичной обмотке которого подключается телефон микротелефонной трубки. Кроме того, на выход приемника может быть включен громкоговоритель. Приемник имеет автоматическую регулировку усиления.

Передатчик радиостанции «Урожай-1» содержит три лампы: пентоды 6К7 и 6Ф6С и триод 6С5.

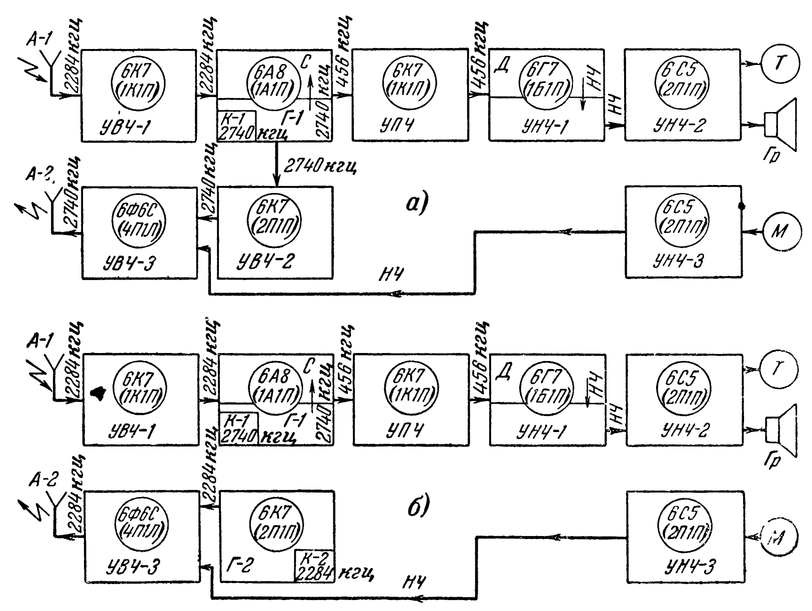
При дуплексной работе радиостанции колебания в. ч., генерируемые гетеродином преобразователя частоты приемника, подаются на управляющую сетку лампы 6К7 передатчика, усиливаются ею и поступают на управляющую сетку лампы 6Ф6С (фиг. 199,*а*). Усиленные последней колебания в. ч. передаются в антенну передатчика, которая излучает радиоволны. Гетеродин приемника вырабатывает колебания, отличающиеся по частоте от принимаемых колебаний на 456 *кгц* (промежуточная частота приемника); следовательно, несущая частота излучаемых передатчиком колебаний отличается от частоты принимаемых колебаний также на 456 *кгц*.

При симплексной связи, когда приемник и передатчик радиостанции работают на одной волне (частоте), гетеродин преобразователя частоты приемника не связан со

[1] Такая связь допускается только с разрешения диспетчера, находящегося на центральной станции МТС.

схемой передатчика и лампа 6К7 последнего используется для генерирования колебаний в. ч. (фиг. 199,*б*).

Для обеспечения надежной связи очень важно, чтобы частота колебаний, вырабатываемых передатчиком, а также



Фиг. 199. Скелетные схемы радиостанции „Урожай" при работе дуплексом и симплексом.

Указанные частоты передачи и приема соответствуют применяемым в радиостанциях серии Л. В скобках указаны наименования электронных ламп, применяемых в радиостанции „Урожай-2".

а — работа дуплексом; прием ведется на более низкой частоте, чем передача; *б* — работа симплексом; для приема и передачи используется одна, наиболее низкая из имеющихся рабочих частот; *А-1* — антенна приемника; *А-2* — антенна передатчика; *УВЧ-1* — каскад усиления колебаний высокой частоты приемника; *УВЧ-2* и *УВЧ-3* — каскады усиления колебаний высокой частоты передатчика; *С* — смеситель преобразователя частоты приемника; *Г-1* — гетеродин преобразователя частоты приемника; *Г-2* — генератор колебаний высокой частоты передатчика; *К-1*—кварц на частоту 2 740 *кгц*; *К-2* — кварц на частоту 2 284 *кгц*; *УПЧ* — каскад усиления промежуточной частоты (456 *кгц*) приемника; *Д* — детектор колебаний промежуточной частоты приемника; *УНЧ-1* — каскад предварительного усиления колебаний низкой частоты приемника; *УНЧ-2* — оконечный каскад усиления низкой частоты приемника; *УНЧ-3* — каскад усиления колебаний низкой частоты передатчика; *Т* — телефон; *М* — микрофон; *Гр* — громкоговоритель; *НЧ* — цепи низкой частоты.

частота колебаний, генерируемых гетеродином преобразователя частоты приемника, не изменялись с течением времени, т. е., как говорят, чтобы они были стабильны.

Для стабилизации частоты колебаний ламповых генераторов высокой частоты (гетеродинов) широко применяются пластинки, вырезанные из кристаллов кварца. Если такую

пластинку поместить между обкладками конденсатора специальной конструкции, а этот конденсатор подключить определенным образом к электродам электронной лампы, работающей в схеме генератора, то частота вырабатываемых последним колебаний будет весьма стабильной. Частота эта будет определяться размерами кварцевой пластинки.

Конденсатор, между обкладками которого располагается кварцевая пластинка, носит название кварцедержателя. Он заключается обычно в кожух. Кварцевую пластинку вместе с кварцедержателем сокращенно называют просто кварцем.

Применяя кварцевые пластинки различных размеров, можно получать от лампового генератора стабильные колебания различных частот.

В радиостанции «Урожай-1» имеются два кварца, обеспечивающих стабильность двух ее рабочих частот. При работе радиостанции дуплексом обкладки одного из кварцедержателей подключаются к первой и второй (гетеродинным) сеткам лампы 6А8, работающей в преобразователе частоты приемника. При работе симплексом один кварц включается таким же образом, а другой подключается между первой и второй сетками лампы 6К7 передатчика, которая в этом случае выполняет роль генератора колебаний в. ч.

Модуляция передатчика радиостанции «Урожай-1» производится следующим образом. Получаемые при помощи микрофона электрические колебания н. ч. усиливаются лампой 6С5 передатчика и подаются на управляющую сетку пентода 6Ф6С вместе с колебаниями в. ч. (фиг. 199). В результате в антенне передатчика получаются модулированные по амплитуде колебания в. ч.

Передатчик имеет отдельную от приемника антенну. Длина провода каждой антенны 12 *м*. В радиостанциях «Урожай-1» последних выпусков имеется грозопереключатель для заземления антенн.

Питание радиостанции «Урожай-1». Питание радиостанции осуществляется от 12-вольтовой аккумуляторной батареи типа 6СТЭ-128. Она подключается к зажимам на блоке питания, имеющем обозначение «+12 *в*», а блок питания соединяется с приемо-передатчиком при помощи кабеля (шланга) со штепселями (фиг. 198). На накал ламп приемо-передатчика и питание его микрофона напряжение поступает от аккумулятора через выключатель, расположенный на блоке питания (нити накала ламп приемо-передатчика

соединены попарно последовательно). Анодное напряжение получается при помощи расположенной на блоке питания электрической машины, носящей название умформера (преобразователя напряжения). К нему через упомянутый выключатель подводится от аккумуляторной батареи напряжение 12 *в*, а он дает на приемо-передатчик анодное напряжение 200 *в*. Напряжение аккумулятора измеряется вольтметром, расположенным на блоке питания.

Анодное напряжение на электронные лампы радиостанции можно также подавать от сухих батарей. Они подключаются к зажимам с обозначениями «+200 *в*» и «—200 *в*», расположенным на блоке питания. При этом умформер должен быть выключен переводом переключателя *Аккумулятор — сухие батареи*, находящегося на блоке питания, в положение *Сухие батареи*. От сухих батарей радиостанция потребляет ток 50 *ма*. Поэтому для питания радиостанции «Урожай» можно применять сухие батареи только большой емкости (например, БС-70, МВД-45).

Для питания радиостанции «Урожай-1», применяемой в местности, где есть электросеть переменного тока напряжением 110—220 *в*, вместо аккумулятора может быть использован блок сетевого питания (выпрямитель) [1]. Этот блок содержит в себе двухполупериодный выпрямитель с кенотроном 5Ц4С, дающий на электронные лампы приемо-передатчика анодное напряжение 200 *в*, и селеновый выпрямитель по мостовой схеме, дающий напряжение 12 *в* для питания микрофона передатчика. Накал ламп приемника и передатчика радиостанции осуществляется переменным током от специальной обмотки силового трансформатора сетевого блока, дающей напряжение 12,6 *в*. Соединяется сетевой блок питания с блоком приемо-передатчика тем же кабелем, которым он соединяется с входящим в комплект радиостанции блоком питания (умформером). Последний при питании радиостанции от сети не используется.

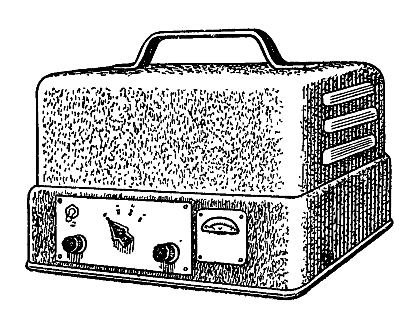
На сетевом блоке имеются выключатель питания радиостанции и переключатель секций первичной обмотки силового трансформатора. При помощи переключателя можно поддерживать неизменными питающие напряжения, подаваемые на передатчик, при колебаниях напряжения в питающей электросети. О величине анодного напряжения, даваемого выпрямителем, можно судить по вольтметру со

---

[1] Блок сетевого питания не является обязательной составной частью радиостанции „Урожай-1". Он приобретается отдельно.

шкалой до 250 *в*, расположенному на блоке сетевого питания. Если установить при помощи переключателя по вольтметру нормальное анодное напряжение 200 *в*, то на накал ламп и микрофон автоматически будут поступать нормальные напряжения.

Переключение сетевого блока с питания от 110—127-вольтовой на 220-вольтовую сеть или наоборот осуществляется перестановкой перемычки, расположенной на шасси блока. Общий вид блока сетевого питания для радиостанции «Урожай» показан на фиг. 200.



Фиг. 200. Блок сетевого питания для радиостанции „Урожай-1".

Если напряжение в электросети имеется не весь день, то наряду с сетевым блоком на радиостанции «Урожай-1» нужно обязательно иметь аккумулятор, чтобы пользоваться им в часы прекращения подачи электроэнергии.

Радиостанция «Урожай-2. Разработанная недавно радиостанция «Урожай-2» отличается от радиостанции «Урожай-1» своей экономичностью. В то время как радиостанция «Урожай-1» потребляет от аккумуляторной батареи при дуплексной работе мощность около 50—55 *вт*, радиостанция «Урожай-2» расходует только 12—14 *вт*, т. е. в 4 раза меньшую мощность. Это достигнуто использованием более экономичных электронных ламп. В приемнике радиостанции «Урожай-2» работают пальчиковые лампы: в каскадах усиления высокой и промежуточной частот — пентоды 1К1П, в преобразователе частоты — гептод 1А1П, в детекторе колебаний промежуточной частоты и каскаде предварительного усиления н. ч. — диод-пентод 1Б1П и в оконечном каскаде усиления н. ч. — пентод 2П1П. В передатчике применены два пентода 2П1П и один пентод 4П1Л. Схема радиостанции «Урожай-2» подобна схеме радиостанции «Урожай-1» (фиг. 199).

Питание радиостанции «Урожай-2» осуществляется от батареи типа 5ЖН-100-м (или 5ЖН-60), состоящей из пяти железо-никелевых аккумуляторов. Вместо умформера в блоке питания радиостанции «Урожай-2» имеется вибропреобразователь.

От четырех банок аккумуляторной батареи подается напряжение 5 *в* на питание накала лампы 4П1Л передатчика, на питание микрофона и вибропреобразователь, вырабатывающий напряжения 80 и 180 *в* для питания цепей анодов и экранных сеток ламп радиостанции. От этих же банок подаются напряжения смещения на управляющие сетки лампы оконечного каскада приемника и лампы низкочастотного каскада (модулятора) передатчика. От пятой банки аккумуляторной батареи подается напряжение 1,25 *в* на питание накала всех пальчиковых ламп приемника и передатчика радиостанции.

Радиостанция «Урожай-2» может работать также от сухих батарей. Комплект, состоящий из трех батарей типа БАС-80, одного элемента типа 6С-МВД и четырех элементов типа 3С-Л-30, обеспечивает дуплексную работу в течение примерно 40 час.

Существует 20 серий радиостанций «Урожай-2», различающихся рабочими волнами. Радиосвязь возможна только между радиостанциями одной и той же серии.

Управление радиостанциями. Антенны приемника и передатчика подключаются к зажимам, расположенным на задней стенке приемо-передатчика. Штепсель микротелефонной трубки или микрофона включается в гнезда, находящиеся на правой стенке приемо-передатчика.

При помощи переключателя с надписью *Переключатель волн*, расположенного на левой стенке приемо-передатчика, производятся настройка колебательных контуров передатчика и приемника на нужные рабочие волны (одновременно в схему включаются соответствующие кварцы), а также переключение радиостанции с работы дуплексом на работу симплексом.

Для осуществления дуплексной связи переключатель волн должен быть установлен в положение *1* или *2*. При первом положении этого переключателя передача идет на одной волне, а прием — на другой. При перестановке переключателя волн во второе положение частоты приема и передачи меняются местами. Если переключатель волн центральной радиостанции установлен в положение *1*, то переключатели волн радиостанций, находящихся в бригадах, должны быть установлены в положение *2* (или наоборот).

При включении радиостанции выключателем на блоке питания на приемо-передатчике загорается неоновая лампочка, указывающая на то, что лампы приемника получают анодное напряжение. При нажатии контакта на мик-

ротелефонной трубке загорается вторая неоновая лампочка на приемо-передатчике, сигнализирующая о том, что анодное напряжение подано и на лампы передатчика.

Вращая ручку *Настройка антенны*, расположенную на передней стенке приемо-передатчика, нужно добиться наиболее яркого свечения расположенной рядом с ней лампочки накаливания. Это указывает на то, что в антенне передатчика получаются наиболее мощные колебания высокой частоты. При этом обеспечивается наибольшая громкость приема данной радиостанции. После этого можно начать разговор.

Громкость приема регулируется при помощи ручки *Прием тише — громче*, расположенной на передней стенке приемо-передатчика. При громком приеме в гнезда, расположенные на задней стенке приемо-передатчика, можно включить громкоговоритель и слушать через него разговор корреспондента. Во время дуплексной связи контакт на микротелефонной трубке должен быть все время нажат.

Для осуществления симплексной связи переключатели волн всех радиостанций устанавливаются в положение *3* или *4* (на всех радиостанциях — в одно положение). При положении переключателя *3* прием и передача будут вестись на одной волне, а при положении переключателя *4* — на другой.

При симплексной связи контакт на микротелефонной трубке нужно нажимать только на время разговора (передачи). Для слушания (приема) корреспондента нужно прекращать нажатие на контакт. При нажатом контакте работает передатчик, а приемник выключен; при ненажатом контакте включен приемник, а передатчик выключен. Включение и выключение передатчика и приемника осуществляются специальным электромагнитным механизмом (реле) и отмечаются зажиганием и погасанием соответствующих неоновых лампочек на передней стенке приемо-передатчика.

Разговор по симплексной системе менее удобен, чем по дуплексной (нужно все время нажимать и отпускать клапан на микротелефонной трубке), но зато любая радиостанция сети связи данной МТС может вызвать любую другую станцию, настроенную на ту же волну, и вступить с ней в связь.

На время, когда переговоры по радио не ведутся и не ожидаются вызовы других радиостанций, во избежание непроизводительного расходования электроэнергии и износа

электронных ламп необходимо выключать радиостанцию выключателем на блоке питания.

Если же ожидают вызова со стороны другой радиостанции, то блок питания оставляют включенным, включают в приемо-передатчик громкоговоритель и выключателем *Только прием* на приемо-передатчике выключают накал ламп передатчика. Этим достигается экономия электроэнергии и ламп. Когда будет услышан из громкоговорителя вызов радиостанции, включают накал ламп передатчика и ведут разговор по радио, как указано выше.

Радиостанции «Урожай-1» последних выпусков, а также радиостанции «Урожай-2» имеют дополнительные переключатели, позволяющие снижать мощность передатчика в 2 раза. Переход на работу с пониженной мощностью можно осуществлять в тех случаях, когда расстояние между радиостанциями относительно невелико.

Комбинированная радиопроводная связь. Чтобы разговаривать через радиостанцию «Урожай», не обязательно нужно находиться в том помещении, где она установлена. Так, например, можно вести переговоры по радио с полевыми бригадами с телефонных аппаратов, находящихся в помещении правления сельскохозяйственной артели, или из любых других пунктов, где имеются телефоны. Для этого телефонная станция (телефонный коммутатор) должна соединить соответствующего абонента с центральной усадьбой МТС, а подведенная к усадьбе телефонная линия должна быть включена в гнезда *Линия*, расположенные на правой стенке приемо-передатчика радиостанции «Урожай».

Отметим, что телефонную линию можно включить только в одну из радиостанций «Урожай», ведущих между собою связь. Если подключить телефонные линии к обеим радиостанциям, нормальной связи не получится, так как в телефонах возникает непрерывный свист.

Ретрансляция. В некоторых случаях нужно бывает осуществлять радиосвязь между двумя настолько удаленными друг от друга пунктами, что радиостанции «Урожай» не могут обеспечить достаточно громкого приема, например на расстоянии 50—60 *км*. В этом случае примерно посредине между пунктами, нуждающимися в связи, устанавливается третья радиостанция «Урожай». Ее переключатель волн ставится в одно из положений, соответствующих дуплексной связи, а переключателем *Ретрансляция* вторичная обмотка выходного трансформатора приемника включается на вход усилителя низкой частоты передатчика. При этом передача

радиостанции, расположенной в первом пункте, принимается приемником промежуточной радиостанции, усиливается и снова передается по радио. Радиостанция второго пункта при этом ведет прием на волне передатчика промежуточной станции. Таким же образом могут быть осуществлены на промежуточной станции прием и передача разговора второй станции и прием разговора первой.

Такая передача носит название ретрансляции; цепочка из радиостанций называется радиорелейной линией связи, а промежуточная станция в этом случае называется радиоретрансляционной или радиорелейной станцией.

При необходимости осуществить связь между пунктами, расположенными на большем расстоянии, чем сказано выше, нужно составить цепочку из двух или большего числа ретрансляционных станций.

Приложение 1

СОКРАЩЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ И ДРУГИХ СЛОВ, ПРИНЯТЫЕ В РАДИОТЕХНИКЕ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ В НАСТОЯЩЕЙ КНИГЕ

а — ампер — единица электрического тока.

АРУ — автоматический регулятор усиления; автоматическая регулировка усиления.

ач — амперчас — единица электрической емкости элемента, аккумулятора, батареи.

в — вольт — единица электрического напряжения, электродвижущей силы (э. д. с.).

вт — ватт — единица электрической мощности.

в. ч. — высокой частоты.

г — грамм — единица веса.

гн — генри — единица индуктивности.

гц — герц — единица частоты колебаний.

дб — децибел — единица измерения отношения звуковых давлений или электрических напряжений.

ДВ — длинные волны; длинноволновый.

кв — киловольт (1 *кв*=1 000 *в*) — единица электрического напряжения.

КВ — короткие волны; коротковолновый.

квт — киловатт (1 *квт* = 1 000 *вт*) — единица электрической мощности.

квтч — киловаттчас — единица электрической энергии.
кг — килограмм (1 *кг*=1 000 *г*) — единица веса.
кгц — килогерц (1 *кгц* = 1 000 *гц*) — единица частоты колебаний.
км — километр (1 *км*=1 000 *м*) — единица длины.
км/сек — километр в секунду — единица скорости.
ком — килоом (1 *ком* = 1 000 *ом*) — единица электрического сопротивления.
к. п. д. — коэффициент полезного действия.
л. с. — лошадиная сила — единица мощности.
м — метр — единица длины.
$м^2$ — квадратный метр — единица площади.
$м^3$ — кубический метр — единица объема.
ма — миллиампер (1 *ма* = 0,001 *а*) — единица электрического тока.
мв — милливольт (1 *мв* = 0,001 *в*) — единица электрического напряжения.
мвт — милливатт (1 *мвт* = 0,001 *вт*) — единица электрической мощности.
мггц — мегагерц (1 *мггц* = 1 000 000 *гц*) — единица частоты.
мгн — миллигенри (1 *мгн* = 0,001 *гн*) — единица индуктивности и взаимоиндукции.
мгом — мегом (1 *мгом* = 1 000 000 *ом*) — единица электрического сопротивления.
мин — минута — единица времени.
мкгн — микрогенри (1 *мкгн* = 0,001 *мгн* = 0,000001 *гн*) — единица индуктивности и взаимоиндуктивности.
мкф — микрофарада (1 *мкф*=0,000001 *ф*) — единица электрической емкости.
мм — миллиметр (1 *мм* = 0,001 *м*) — единица длины.
м/сек — метров в секунду — единица скорости.
н. ч. — низкой частоты.
об/мин — оборотов в минуту.
ом — ом — единица электрического сопротивления.
пф — пикофарада * (1 *пф* = 0,000001 *мкф*) — единица электрической емкости.
СВ — средние волны; средневолновый.
см — сантиметр (1 *см*=0,01 *м*) — единица длины.
$см^2$ — квадратный сантиметр (1 $см^2$ = 0,0001 $м^2$) — единица площади.
$см^3$ — кубический сантиметр (1 $см^3$ = 0,000001 $м^3$) — единица объема.
УКВ — ультракороткие волны; ультракоротковолновый.
ф — фарада — единица электрической емкости.
фиг. — фигура (рисунок, чертеж).
ЧМ — частотная модуляция; частотно-модулированный.
э. д. с. — электродвижущая сила.

* Эта единица называется также микромикрофарадой; в этом случае ее сокращенное обозначение — *мкмкф*.

СОКРАЩЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЕМКОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ И ВЕЛИЧИН СОПРОТИВЛЕНИЙ, ПРИНЯТЫЕ В КНИГЕ

Наименования единиц измерения емкостей и сопротивлений (*мкф*, *пф*, *ом*, *ком*, *мгом*) при их величинах на схемах не ставятся.

Емкость конденсаторов от 1 до 9 999 *пф* обозначается целыми числами, соответствующими их емкости в пикофарадах. Емкость конденсаторов, начиная с 0,01 *мкф* (10 000 *пф*) и выше, обозначается в долях микрофарады или микрофарадах; если емкость конденсаторов равна целому числу микрофарад, то в отличие от обозначения емкости в пикофарадах после последней значащей цифры ставятся запятая и нуль. Например:

$C_4$51	соответствует	$C_4 = 51$ *пф*
C_2 5 500	„	$C_2 = 5\,500$ *пф*
C_7 0,03	„	$C_7 = 0{,}03$ *мкф* (30 000 *пф*)
C_3 10,0	„	$C_3 = 10$ *мкф*

Величины сопротивлений от 1 до 999 *ом* обозначаются целыми числами, соответствующими их величине в омах.

Величины сопротивлений от 1 до 999 *ком* (тыс. ом) обозначаются цифрами, указывающими число килоом с буквой *к*. Сопротивления большей величины выражаются в мегомах, причем если величина сопротивления равна целому числу мегом, то для отличия от обозначения величины сопротивлений в омах после цифры ставятся запятая и нуль. Например:

$R_1$800	соответствует	$R_1 = 800$ *ом*
$R_3$200 *к*	„	$R_3 = 200$ *ком* $= 200\,000$ *ом*
$R_2$1,7 *к*	„	$R_2 = 1{,}7$ *ком* $= 1\,700$ *ом*
$R_5$1,0	„	$R_5 = 1$ *мгом*
$R_9$1,2	„	$R_9 = 1{,}2$ *мгом*

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 9 р. 50 к.